

70 JUN, 1995

TROPICULTURA

1994 Vol. 12 N. 1

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)
Driemaandelijks (maart - juni - september - december)
Se publica por año (en marzo - junio - septiembre - diciembre)



Credit : World Bank Photo

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever :
R. LENAERTS
AGCD - Rue de Bréderode 6, Brederodestraat - ABOS
1000 Bruxelles/Brussel



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL / EDITORIAAL / EDITORIAL

Une coopération trans-continentale grâce à "Vétérinaires sans frontières - Europa"

Een transcontinentaal samenwerking dank zij "Dierenartsen zonder grenzen - Europa"

Una cooperación transcontinental gracias a "Veterinarios sin fronteras-Europa"

Madeleine Onclin 1

ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Essai d'utilisation de la farine de vers de terre *Eudrilus eugeniae* dans l'alimentation des poulets de chair en finition

Experimenteel gebruik van meel van de aardworm *Eudrilus eugeniae* in de eindfasevoeding van mestkuikens

Ensayo de utilización de la harina de lombriz *Eudrilus eugeniae* en la alimentación de pollos de engorde a término

G. Agbédé, Nguekam & M. Mpoame 3

Les effets de trois techniques de travail du sol sur son état structural et hydrique

Effekt van drie bodembewerkingstechnieken op de structuur en de hydrische toestand van de bodem

Efectos de tres técnicas de trabajo del suelo sobre su estado estructural e hídrico

M. E. Hamza 6

Compatibility of Intercropping Stem Borer Resistant Sorghum *Sorghum bicolor* Moench Genotypes with

Cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp and its Effect on Flower Thrips

Compatibilité de génotypes des lignées de sorgho *Sorghum bicolor* Moench résistantes au foreur de tiges avec le poix *Vigna unguiculata* (L) Walp en culture intercalaire et effet sur le thrips des fleurs

Compatibiliteit in schrikkelteelt van genotypes van sorgho *Sorghum bicolor* Moench resistent aan de stengelboorder met de boon *Vigna unguiculata*

(L) Walp en effect op de "thrips" bloem

Compatibilidad de variedades de sorgo *Sorghum bicolor* Moench resistentes al taladrador de tallos en cultivados asociados con *Vigna unguiculata* (L) Walp en y efecto su el "flower thrips "

K. Ampong-Nyarko, Ruth A. Nyang'or, K. N. Saxena & K. V. Seshu Reddy 10

Survey of Mineral Status of Cattle in the Adamaoua Region of Cameroon

Etude préliminaire des taux en minéraux chez les bovins dans la région de l' Adamaoua au Cameroun

Voorafgaandelijke studie over de gehalten aan mineralen bij de runderen van de Adamaoua regio in Cameroun

Estudio preliminar de porcentajes de minerales en los bovinos en la región de Adamaoua en Camerún

R.M. Njwe & J.L. Lou Issa 15

NOTES TECHNIQUES / TECHNISCHE NOTA'S / NOTAS TECNICAS

Présentation du projet "Inventaire et modelage de la gestion du couvert végétal permanent dans une zone forestière du Sud Sénégal"

Voorstelling van het Projekt " Inventarisatie en Modellering van het Beheer van de Permanente Vegetatie in een Boszone in Zuid-Senegal"

Presentación del proyecto "Inventarización y modelación del manejo de la vegetación permanente en una zona forestal del Sur de Senegal"

P.L.J. Van Damme, J. De Wolf, G. Verstraete, S. Leemans & D. Van Den Meersschaet 18

Réactions de quelques variétés de riz à la pyriculariose à Yangambi, Zaïre

Reacties op pyriculariose van enkele rijstvariëteiten te Yangambi, Zaïre

Reacciones de algunas variedades de arroz a la pyriculariose en Yangambi, Zaïre

K. N. Mobambo , L. Baboy, B. Ruhigwa & T. Loma 22

Cours international de BASIN - Construction économique et matériaux locaux

Internationale cursus in BASIN . zuinig bouwen en aanwenden van lokale bouwstoffen

Curso Internacional de BAZIN - Construcción económica y materiales locales

..... 25

Rentabilité d'un biogaz de type chinois au Bénin

Rentabiliteit van een biogas installatie in Benin

Rentabilidad del biogaz de tipo chino en Benin

A. Vorsters 27

Situation de l'élevage des petits ruminants dans la région de Bafata, en Guinée-Bissau

Toestand van kleine herkauwersteelt in Bafata regio, Guinea-Bissau

Situación de la crianza de pequeños rumiantes en la región de Bafata en Guinea-Bissau

France Vernailen, Sylvie Demeester & J. Gomès 29

Nouveaux critères pour juger de l'efficacité d'un fourneau à la combustion du charbon de bois

Nieuwe beoordelingscriteria van de doeltreffendheid van een houtskoolfornuis

Nuevos criterios para apreciar la eficacia de un horno de combustión por carbón de madera

M. Ndayisenga, G. Croiset & Y. Cordier 33

BIBLIOGRAPHIE / BOEKBESPREKING / BIBLIOGRAFIA 39

EDITORIAL

Une Coopération trans-continentale grâce à "Vétérinaires sans Frontières-Europa"

Madeleine Onclin

En 1983 apparaissait en France la nécessité de créer une organisation de développement rural ayant l'élevage comme spécificité. "Vétérinaires Sans Frontières" (VSF) était née. Plusieurs autres pays européens firent écho à cette initiative qui aboutit en 1989 à la création de VSF-Europa.

Cette dynamique européenne permet aujourd'hui la mise en œuvre d'un recrutement européen des nouveaux volontaires et la mobilisation des financements facilitant une diversification des ressources.

En réalité, chaque VSF nationale est une organisation qui réunit diverses compétences et qui a pour mission de contribuer à l'amélioration de la santé et des productions animales afin d'optimiser la nutrition et la santé de l'homme, en prenant en compte la préservation de l'environnement, dans une perspective de développement durable.

Dans chaque association, animée essentiellement par une structure basée sur le volontariat, le volontaire est garant de l'efficacité des interventions réalisées et de l'éthique grâce à son engagement personnel et ses qualités humaines et professionnelles.

Vétérinaires, agronomes, techniciens ou administrateurs, les volontaires apportent des compétences professionnelles à partir desquelles des échanges fructueux sont possibles avec les partenaires et les bénéficiaires des projets. Ces échanges à double sens sont une condition de la réussite de nos actions sur le terrain. L'appui technique et scientifique depuis le siège de l'organisation garantit le sérieux des interventions.

Pour entraîner des effets durables, l'appui aux éleveurs des pays en développement, ne peut se résumer à un transfert de moyens, de technologies ou de connaissances mais doit être accompagné d'une réelle dynamique sociale. Cette approche reste cependant insuffisante si elle ne peut faire naître des solutions concrètes en réponse aux besoins ressentis.

Pour un paysan, accepter l'effort et le risque de s'organiser ou de modifier ses pratiques, suppose qu'il y voit la meilleure façon de résoudre ses problèmes concrets. VSF favorise, dans des interventions à long terme, l'émergence de dynamiques sociales en aidant ses partenaires à trouver des solutions techniques viables répondant à leurs besoins essentiels.

Avoir accès à l'information et à la formation technique permet aux communautés paysannes d'effectuer en connaissance de cause, des choix touchant à l'évolution de leurs pratiques agricoles. VSF s'implique donc fortement dans des actions de formation professionnelle d'éleveurs et d'agents techniques. Mais ce type d'enseignement doit, pour être efficace, respecter deux impératifs:

- répondre aux attentes, aux besoins ressentis et aux caractéristiques socio-culturelles des collectivités. Le contenu de la formation doit être identifié et accepté conjointement par le formateur et les personnes formées;
- mettre en œuvre des techniques pédagogiques adaptées à un public d'adultes..

Au-delà de la gestion des ressources fourragères et de la valorisation par l'élevage de l'ensemble des ressources végétales disponibles, VSF appuie certaines initiatives touchant à la production, la transformation, la conservation et la commercialisation des productions afin d'aider les éleveurs à maîtriser le secteur situé en aval des productions animales. La couverture sanitaire, tant prophylactique que thérapeutique, n'est évidemment jamais oubliée mais en s'efforçant toujours de ramener ces interventions aux besoins strictement nécessaires. Dans cet ordre d'idée, VSF a contribué à organiser la formation et l'installation (officiellement reconnue) d'auxiliaires villageois d'élevage, a encadré et favorisé des études et des recherches pour résoudre les problèmes réels du terrain.

Pouvoir diversifier ses activités est, souvent, la meilleure façon pour un paysan des pays en développement, de supporter les mauvaises années ou, si la récolte est bonne, de dégager des revenus supplémentaires pour améliorer ses conditions de vie ou de travail. VSF soutient donc les paysans prêts à développer des activités dites secondaires (apiculture, pisciculture...) ou nouvelles dans la région (culture de soja ...).

En Belgique, l'organisation s'est restructurée récemment et s'appelle actuellement "Vétérinaires Sans Frontières-Dierenartsen Zonder Grenzen-Belgium" (VSF-DZG-Belgium). Elle est animée par les mêmes motivations d'appui aux éleveurs, de contribution à la santé publique, de préservation de l'environnement que les organisations sœurs.

Dans un souci d'amélioration des performances techniques et des situations macro- et micro-économiques, l'homme et la femme des pays en développement sont au centre des réflexions de VSF-Europa. Celle-ci constitue un remarquable exemple de coopération transfrontalière pour une meilleure efficacité trans-continentale.

Pour sa part, VSF-DZG-Belgium souhaite contribuer à fournir un appui de qualité aux éleveurs les plus démunis dans le monde entier. Les vétérinaires et les agronomes belges participeront ainsi à la construction d'une véritable Europe de la solidarité !

Madeleine Onclin Dr.
Présidente de VSF-DZG-Belgium
38, rue Victor Brodure, 4910 Polleur
Belgique

VSF-Europa

VSF-France
14, avenue Berthelot
69361 Lyon Cédex 07
France

Vetaid
Center for Tropical Vet Medicine
Easter Buch
Roslin - Midlothian
EH25 9RF
Scotland

Sivtro
c/o Luca Farina
via G. Orus 2
35129 Padova
Italia

VSF-Suisse
c/o Brigitte Cuendet
rue de Bourg 35
1003 Lausanne
Suisse

Vetermon
Calle Joseh Anselm Clavé 6
08002 Barcelone
España

DIO
Yalelaan 17
PO Box 8156
3508 TD Utrecht
The Netherlands

TEO
Tierärztliche Hochschule
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover
Deutschland

VETUG
Norwegian College of Veterinary
Medicine
PO Box 8146 DEP
0033 Oslo
Norway

ARTICLES ORIGINAUX
ORIGINAL ARTICLES

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS
ARTICULOS ORIGINALES

Essai d'utilisation de la farine de vers de terre *Eudrilus eugeniae* dans l'alimentation des poulets de chair en finition.

G. Agbédé*, Nguekam** & M. Mpoame*

Keywords: Animal protein - *Eudrilus eugeniae* - Meat meal - Worm meal - Poultry feed.

Résumé

Soixante-dix poulets de chair de souche "hubbard" élevés en batterie à raison d'un par loge ont été distribués dans 2 lots homogènes R_1 et R_2 soumis respectivement à un régime contenant 5% de farine de viande et à un régime contenant 3,65% de farine d'*Eudrilus eugeniae*. Au bout de 4 semaines, les lots ont présenté les mêmes consommations alimentaires moyennes journalières, gains moyens de poids journaliers, indices de consommation moyens, proportions de graisse abdominale et de carcasse éviscérée prête-à-cuire. Il en découle donc que la substitution de la farine de viande par la farine d'*E. eugeniae* aux taux de l'essai a été efficace.

Summary

Seventy broilers of the "hubbard" breed raised in individual battery cages were divided equally into 2 groups R_1 and R_2 fed diets containing 5% cow meat meal and 3.65% *Eudrilus eugeniae* worm meal respectively. At the end of the experiment which lasted 4 weeks, both groups showed the same mean daily food consumption, mean daily weight gain, mean feed conversion, proportions of abdominal fat and carcass. The substitution of meat meal by worm meal was therefore considered efficient at the rates used.

Introduction

L'élevage intensif de volaille, tel qu'il est mis au point dans les pays occidentaux, se caractérise par la fourniture d'aliments contenant des protéines de haute valeur (farine de viande, de poisson, tourteau de soja, etc.). L'adoption de ce système par les pays en voie de développement oblige ces derniers à recourir à l'importation de ces produits non disponibles localement. Face à la crise économique qui sévit dans ces pays, l'utilisation des devises étrangères à cette fin devient de plus en plus condamnable. Il paraît plus judicieux d'envisager la possibilité d'utilisation de sources de protéines animales non consommées par l'homme qui existent: vers de terre, mollusques, insectes, batraciens, etc. (5,11). Lorsqu'on sait que les poules et les porcs en élevage villageois sont des consommateurs naturels de vers de terre, l'utilisation de ces derniers sous forme de farine dans les rations de monogastriques à la place des farines de poisson et de viande souvent importées, devient logiquement envisageable. Les teneurs en protéines brutes (60-70%) et en lipides (7-10%) des farines de vers sont d'ailleurs comparables à celles des farines de poisson et de viande (12). Comparés à ces sources de protéines animales, les vers sont plus riches en acides aminés essentiels (Lysine, Methionine, Cystine.), en acides gras à longues chaînes, en minéraux et en vitamines (3,8,12). Si la littérature rapporte quelques essais d'utilisation des vers de terre en alimenta-

tion de poulets, il s'agit d'expériences qui se sont déroulées ailleurs qu'en Afrique et qui portent sur l'étude de l'effet des taux d'incorporation assez élevés de vers dans les provendes (1,2). La présente étude a pour but d'apprécier dans le contexte de l'élevage camerounais, la réponse des poulets de chair à la substitution de la farine de viande au taux d'incorporation de 5% par celle d'*E. eugeniae* au taux de 3,65% dans les rations de finition dont la composition est conforme aux recommandations actuelles (6).

Matériel et méthodes

La présente étude s'est déroulée à la ferme d'expérimentations de l'Université de Dschang, ville située dans la région des hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun, à une altitude de 1450m et bénéficiant d'un climat humide de mousson. Les travaux se sont déroulés pendant quatre semaines, du 16 avril au 14 mai 1990. Les températures ambiantes au cours de cette période étaient les suivantes:

Mois	Température minimale °C	Température maximale °C	Température moyenne °C
Avril	12,1	21,6	16,8
Mai	11,6	20,8	16,2

L'essai a porté sur 70 poulets de chair de souche "hubbard"

* Université de Dschang, B.P. 136 Dschang, Cameroun

** Ministère de l'Agriculture, Yaoundé, Cameroun

Reçu le 14.06.93 et accepté pour publication le 04.11.93

âgés de 28 jours au démarrage de l'expérience. Ils sont élevés en batterie à raison d'un animal par loge. Les poulets ont été distribués au hasard dans 2 lots homogènes au point de vue du poids. Chaque lot de 35 poulets comprenait 25 mâles et 10 femelles. L'un des lots a été soumis à un régime R_1 contenant de la farine de viande titrant 50% de protéines brutes au taux d'incorporation de 5%, et l'autre lot à un régime R_2 contenant de la farine d'*Eudrilus eugeniae* à 3,65%. Ce dernier produit provient de l'élevage de ce ver sur crottes dures de lapins suivant la technique décrite par Nguekam (9). Après leur lavage puis leur mise à mort par trempage dans l'eau chaude (60°C), les vers ont été étalés sur une plaque de tôle pendant 10 heures avant d'être séchés à l'étuve (60°C) pendant 36 heures. A l'issue de la dessiccation, le produit final est broyé et incorporé aux autres ingrédients dans la proportion indiquée au tableau 1 qui présente par ailleurs la composition des 2 rations isopro-

TABLEAU 1
Composition des rations

REGIMES	R_1	R_2
Composition brute (%):		
Maïs	71,20	71,20
Tourteau de soja	21,50	21,50
Farine de viande	5,00	0,00
Farine de vers	0,00	3,65
Phosphate bicalcique	1,60	3,05
Sel	0,35	0,40
Lysine	0,20	0,10
Méthionine	0,15	0,10
Total	100,00	100,00
Composition chimique calculée:		
E.M. (Kcal/kg)	2.950	2.930
P.B. (% du produit brut)	18,50	18,50
Ca " "	0,87	0,80
P " "	0,79	0,90
Na " "	0,17	0,16
Lysine " "	1,14	1,15
Méthionine " "	0,46	0,48

téiques et isoénergétiques.

Les poulets étaient nourris et abreuvés *ad libitum*. Les consommations moyennes et les gains de poids moyens hebdomadaires étaient enregistrés de manière à pouvoir déterminer les indices moyens de consommation. Cinq poulets dans chaque lot ont été abattus et le pourcentage de graisse et de carcasse éviscérée prête à cuire (PAC) déterminé suivant la méthode proposée par Jourdain (7). L'analyse de variance a été utilisée pour comparer les différentes moyennes au seuil de signification de 0,05.

Résultats et discussions

Au cours de cet essai, il n'a été noté aucun cas de morbidité ou de mortalité et aucun signe clinique de toxicité. L'évolution du poids vif, de la consommation alimentaire moyenne journalière et celle des gains moyens de poids dans les 2 lots est représentée dans le tableau 2 et les figures 1 et 2. Dans les 2 lots, l'on observe une chute de gain de poids - qui ne doit pas être confondue avec une réduction du poids vif - à la 8ème semaine, ce phénomène est physiologique et signalé par divers auteurs (4, 10, 13). Aucune différence significative n'a été observée entre les 2 lots pour ces paramètres ainsi que pour les pourcentages de graisse et de carcasse éviscérée PAC qui constituent les éléments les plus importants d'appréciation de la viande de poulet de chair (tableau 2). Par ailleurs, l'indice de consommation moyen a été pratiquement le même dans les 2 lots pendant la période

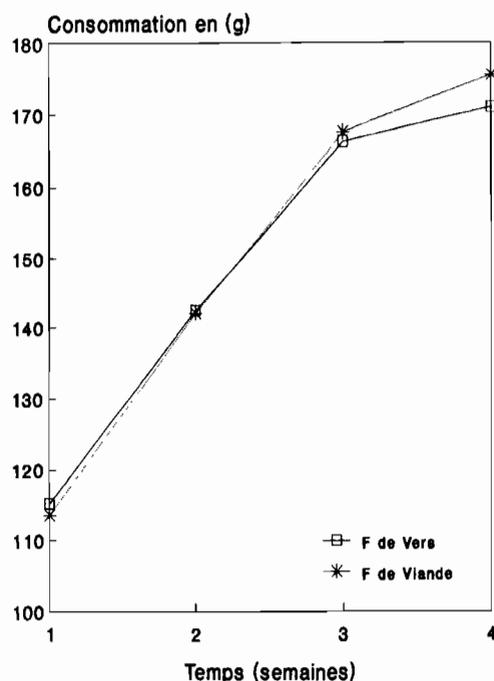


Figure 1. Evolution de la consommation alimentaire moyenne journalière avec l'âge.

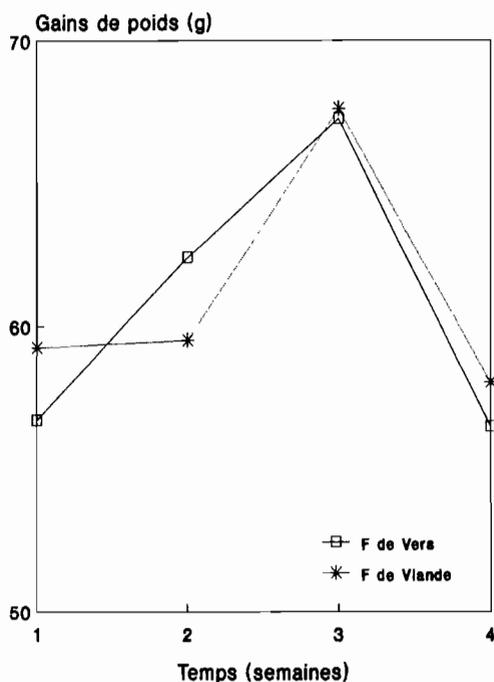


Figure 2. Evolution du gain de poids moyen journalier avec l'âge.

de de l'essai (tableau 3). L'égalité des performances ainsi notée entre les poulets des 2 lots témoigne de l'efficacité de la substitution de la farine de viande par celle d'*E. eugeniae* aux taux utilisés dans l'essai. L'indice de consommation moyen relativement élevé, 2,47, par rapport à celui indiqué par le sélectionneur de la souche (13) pourrait s'expliquer par une faible teneur énergétique réelle de nos matières premières, les résultats des calculs mentionnés au tableau 1 doivent être pris avec précaution comme l'ont fait observer

TABLEAU 2

Evolution du poids vif des poulets avec l'âge

REGIME	AGE (j = jours)				
	28j	35j	42j	49j	56j
R1	622,28g	1019,48g	1456,56g	1927,42g	2322,85g
R2	621,70g	1036,00g	1452,57g	1925,71g	2332,00g

TABLEAU 3

Evolution des indices de consommation d'une semaine à l'autre

SEMAINE	1ère	2ème	3ème	4ème
R ₁ (farine de viande)	2,03	2,28	2,47	3,02
R ₂ (farine de vers)	1,91	2,38	2,47	3,02
Normes SPC pour la souche "hubbard"	1,69	1,87	2,04	2,22

TABLEAU 4

Composition corporelle moyenne des poulets à la fin de l'essai (sur la même ligne, les moyennes suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%).

ORGANE	R ₁ (farine de viande)		R ₂ (farine de vers)	
	Poids (g)	%	Poids (g)	%
Vif	2 480 ^a		2 580 ^a	
Tête	57,70 ^b	2,33	65,60 ^b	2,54
Cou	138,30 ^c	5,57	148,40 ^c	5,75
Pattes	109,10 ^d	4,40	129,30 ^e	5,01
Foie	45,76 ^f	1,85	50,30 ^f	1,95
Gésier	49,42 ^h	1,99	53,44 ^h	2,07
Cœur	13,06 ⁱ	0,53	12,90 ⁱ	0,50
Autres viscères	124,90 ^j	5,04	137,40 ^j	5,32
Graisse abdominale	65,40 ^k	2,64	62,88 ^k	2,44
Carcasse éviscérée PAC	1 636 ^l	65,97	1 648 ^l	63,88

certain auteurs (6). Dans une étude similaire à la nôtre, Barcelo (2) a montré qu'une augmentation du taux d'incorporation de farine de vers de terre allant de 6 à 14% aboutissait à une amélioration de l'efficacité alimentaire.

Conclusions

L'utilisation de la farine d'*Eudrilus eugeniae* à la place de celle de viande a permis d'obtenir des gains de poids et des carcasses comparables chez les poulets, ce qui confirme l'efficacité de la substitution. L'indice de consommation moyen pourrait être amélioré en augmentant le taux d'incorporation de la farine de vers.

Références bibliographiques

- Aubert C. & Champagne J., 1987. La lombriculture en France: contexte et situation. ITAVI, Paris, France, 80 p.
- Barcelo P.M., 1988. Production and utilization of earthworms as feeds for broilers in the Philippines. *Tropicultura* 6(1): 21-24.
- Edwards C.A., 1983. Production of earthworm protein for animal feed for potato waste. In Ledward, D.A., A.J. Taylor & R.A. Lawrie, eds. *Upgrading waste for feed and food*. Butterworth's, London, pp. 153-162.
- Franck Y., 1980. L'alimentation rationnelle des poulets de chair et des pondeuses. Editions ITAVI, Paris, 41p.
- Hardouin J., 1986. Mini-élevage et sources méconnues de protéines animales. *Annales de Gembloux* 92: 153-162.
- INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques: porcs, lapins, volailles. INRA, Paris, France, 282p.
- Jourdain R., 1980. L'aviculture en milieu tropical. Ed. Sté Jourdain, Boissy le Chatel. France, 148 p.
- Magnolet M., 1987. Eléments de lombriculture. BEDIM, Serie A, No.1. 11p.
- Nguekam, 1990. Production et utilisation des vers de terre comme source de protéines animales dans l'alimentation des poulets de chair en finition. Mémoire de fin d'études du cycle des Ingénieurs Agronomes du Centre Universitaire de Dschang. 65p.
- North M.O., 1984. Commercial chicken production Manual. 3th ed., AVI Publishing Co. Inc., Wesport, Connecticut, 710p.
- Preston T.R., (ND). Porcs et volailles sous les tropiques. CTA, Ede Wageningen, Pays-Bas, 27 p.
- Rouschop J., 1984. Elevage du lombric et son utilisation en alimentation des volailles. Institut supérieur industriel de l'Etat Huy - Gembloux - Verviers, Belgique, 131p.
- Société des Provenderies du Cameroun (SPC), (ND). Guide manuel du poulet de chair. 3ème éd., 10p.

G. Agbede, béninois, Docteur en médecine vétérinaire. Charge de cours Département de Zootechnie de l'Université de Dschang - Cameroun.

Nguekam, camerounais. Ingénieur agronome option productions animales. Ministère de l'agriculture, Yaounde - Cameroun

M. Mpoame, camerounais. Zoologiste (PhD, MS, Lic. Sci. nat.), Chargé de cours, Département des Sciences de base, Université de Dschang - Cameroun

Les effets de trois techniques de travail du sol sur son état structural et hydrique

M.E. Hamza*

Keywords: Soil structure - Water - Mouldboard plough - Chisel plough - Disk harrow.

Résumé

Les effets de trois techniques de travail du sol sur son état structural et hydrique ont été étudiés à l'aide de mesures sur champ. Les trois techniques expérimentées sont le retournement du sol à l'aide d'une charrue à socs et versoirs, le non retournement à l'aide d'un cultivateur à dents et le retournement superficiel à l'aide d'un pulvérisateur à disques. L'état structural et hydrique ont été caractérisés par le poids spécifique apparent sec, la perméabilité et la teneur en eau du sol.

Les résultats montrent un état poreux après travail avec retournement caractérisé par des discontinuités sub-horizontales qui freinent l'infiltration verticale de l'eau et entraînent la meilleure imbibition en eau, mais aussi le dessèchement le plus élevé. Le non retournement du sol permet la plus grande vitesse d'infiltration de l'eau et le travail superficiel assure le dessèchement du sol le plus faible.

Summary

The effects of three soil preparation techniques on its structural and hydric condition were studied through field experiments. The three techniques studied were soil turning-over with a mouldboard plough, no turning-over with a chisel plough and a superficial turning-over with a disk harrow. The structural and hydric condition were characterised by the dry apparent specific weight, the permeability and the soil water content.

The results showed a porous condition with mouldboard plough characterised by sub-horizontal discontinuities which slow vertical infiltration of water and ensure the highest drying effect. Chisel plough allowed the greatest water infiltration and disk harrow ensured the lowest soil drying effect.

Introduction

Le climat de la Tunisie se caractérise par une faible pluviométrie, variable dans l'espace et dans le temps à laquelle s'ajoute un régime d'évaporation intense. Dans certaines régions, le déficit plus ou moins chronique en eau de pluie est comblé par des irrigations. A cet effet, des efforts importants sont déployés pour utiliser au mieux les ressources en eau de surface et souterraines (barrages, lac colinéaires, forages, etc...) (4).

Mais parallèlement à l'irrigation, il est indispensable de chercher à réduire les pertes des eaux fournies, quelle que soit leur origine.

L'équation de la variation du stock d'eau "dS" dans le sol, s'écrivant en fonction des apports "P", de l'évapotranspiration réelle "ETR", du ruissellement "R" et du drainage "D": $dS = P - ETR - R - D$, permet de mettre en évidence l'intérêt de minimiser les facteurs soustractifs ETR, R et D, compte tenu du facteur P limité, afin de maintenir un stock d'eau suffisant dans le sol.

L'infiltration du maximum des apports d'eau en évitant les pertes par ruissellement et stagnation en surface, la limitation des fuites par drainage (sans atteindre l'engorgement) et la réduction de l'évaporation, permettent une meilleure gestion des ressources hydriques.

La vitesse d'infiltration d'une pluie ou d'une irrigation représente la quantité d'eau qui s'infiltré par unité de temps dans un sol. Elle dépend du profil de la teneur en eau du sol, de l'intensité des apports, de la granulométrie du sol et de son organisation spatiale (3).

Le processus d'évaporation qui se caractérise par une ascension capillaire de l'eau, est fonction de la texture, de la structure du sol et du climat (1).

Les écoulements verticaux de l'eau dans le sol dépendent donc de la structure de la phase solide qui est en grande partie liée aux techniques de travail du sol.

Papy (6) a pu mettre en évidence une infiltration privilégiée de l'eau dans un labour en gros blocs compacts avec vides, se traduisant par une moindre imbibition de la terre. Les travaux de Hillel (2) ont montré que l'humidité d'un sol compacté est supérieure à l'humidité du même sol structuré, dans des conditions de non saturation, ce qui tendrait à dire qu'un tassement peut améliorer la réserve utile d'un sol. L'objet de notre travail consiste à étudier pour un type de sol donné les effets de trois techniques de travail du sol sur son état structural et hydrique. Les trois techniques de travail du sol choisies représentent les trois grandes catégories de mode d'action des outils sur le sol, à savoir, le retournement, le non-retournement et le travail superficiel du sol.

Matériel et méthodes

Les essais ont été menés sur une parcelle située dans le périmètre irrigué du barrage "Lakhmes" (Tunisie), sur un sol d'alluvions argilo-limoneux. L'état initial de la parcelle avant travail du sol se caractérise par un état homogène avec un poids spécifique apparent sec moyen de 1,5 g/cm³, une te-

* Institut National Agronomique de Tunisie - 43 avenue Charles Nicolle, 1002 Tunis, Tunisie - actuellement Fac. des Sciences Agronomiques, 2 passages des Déportes, B-5030 Gembloux - Belgique.
Reçu le 29.09.90 et accepté pour publication le 05.01.94

neur en eau pondérale de 19% sur l'horizon 0-45 cm et une perméabilité de 0,95% cm/min.

Le dispositif expérimental comprend un facteur étudié, "la technique de travail du sol", à trois niveaux (T1, T2, T3) et trois variables mesurées, le poids spécifique apparent sec, la perméabilité et l'humidité du sol. Ces mesures sont complétées par des examens visuels de profils culturaux dans les zones travaillées par les différents outils. Les trois niveaux du facteur étudié sont les suivants:

- Traitement 1 = T1: le travail du sol avec retournement à 30 cm de profondeur, à l'aide d'une charrue trisocs équipée de versoirs du type cylindro-hélicoïdal avec une largeur de travail de 120 cm.

- Traitement 2 = T2: le travail du sol sans retournement à 30 cm de profondeur, à l'aide d'un cultivateur à dents rigides montées sur ressorts et socs de scarifiage du type "chisel" avec une largeur de travail de 240 cm.

- Traitement 3 = T3: le travail du sol avec retournement à 15 cm de profondeur, à l'aide d'un pulvériser à deux rangées de disques de 60 cm de diamètre, crénelés à l'avant et lisses à l'arrière sur une largeur de travail de 200 cm.

Le dispositif expérimental a été adopté pour les trois traitements en trois répétitions et en blocs aléatoires, soit neuf parcelles élémentaires de dimensions (40*15) m² chacune. L'état structural est caractérisé par des mesures du poids spécifique apparent sec du sol à l'aide de tubes métalliques biseautés à leur base et enfoncés dans le sol par une barre de poussée. Les cylindres de sol prélevés ont un diamètre de 5 cm et une hauteur de 5 cm soit un volume de 98,2 cm³, ils sont pesés après séchage à 105°C à l'étuve pendant 24 heures, pour déduire leur poids sec. Les mesures sont effectuées avant et après passage des outils sur 48 cm de profondeur, tous les 8 cm de sol.

L'évolution de l'état hydrique en fonction du temps est caractérisée par un suivi de l'humidité pondérale du sol par la méthode gravimétrique au cours d'une phase de dessèchement après une irrigation par aspersion équivalente à 80 mm de pluie pendant 12 heures, sur l'ensemble du dispositif expérimental. Les échantillons de sol sont prélevés sur 70 cm de profondeur tous les 10 cm, à l'aide d'une tarière manuelle à organe de coupe hélicoïdal. Le séchage des échantillons mis à l'étuve pendant 24 heures à 105°C permet par différence de pesées de déterminer les teneurs en eau pondérales des différents traitements.

Les mesures de l'infiltration verticale de l'eau dans le sol ont été réalisées par la méthode de Muntz à charge variable. Le principe de mesure consiste à suivre en fonction du temps "t" le niveau d'une charge d'eau "h". Celle-ci est située dans un anneau de 30 cm de diamètre enfoncé dans le sol et entouré par un anneau extérieur de 55 cm de diamètre ayant la même charge d'eau permettant ainsi d'éviter les écoulements latéraux de l'anneau intérieur. La valeur constante du rapport dh/dt enregistrée à la fin de l'essai, correspondant à un régime permanent, définit la perméabilité K du sol. Cette méthode est bien adaptée aux mesures superficielles sur champ car elle ne modifie pas l'état de surface et la structure du sol en place.

Résultats

L'examen des profils moyens des poids spécifiques apparent sec (fig. 1), des trois traitements T1, T2 et T3 par rapport à l'état initial, permet de mettre en évidence les augmentations de porosité obtenues après passage des différents outils. Les profils moyens des trois traitements présentent une allure croissante à partir de la surface du sol jusqu'à la pro-

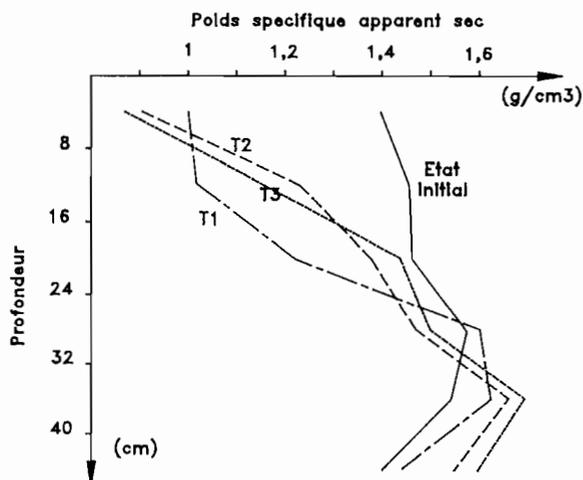


Fig. 1: Poids spécifique apparent sec (g/cm³) en fonction de la profondeur du sol (cm) pour les trois traitements T1 (charrue à socs), T2 (cultivateur à dents) et T3 (pulvériser à disques).

TABLEAU 1
Valeurs moyennes (g/cm³) et coefficients de variation (%) du poids spécifique apparent sec du sol en fonction de la profondeur (cm) pour les 3 traitements T1 (charrue à socs), T2 (cultivateur à dents) et T3 (pulvériser à disques).

Prof. cm	T1		T2		T3		PPDS 0,05
	T1	C.V	T2	C.V	T3	C.V	
0-8	1,023	7,39	0,918	12,38	0,883	5,33	N.S*
8-16	1,093	9,63	1,235	7,66	1,156	8,42	N.S*
16-24	1,284	3,46	1,373	4,15	1,453	4,31	0,1625
24-32	1,592	2,84	1,483	11,84	1,491	6,41	N.S*
32-40	1,612	1,25	1,639	2,71	1,675	3,01	N.S*
40-48	1,465	10,21	1,568	5,39	1,611	1,77	N.S*

* Ecart non significatifs.

fondeur de travail concernée, puis une allure sensiblement verticale qui caractérise la zone non travaillée. Cependant par rapport aux traitements T2 et T3 le traitement T1 montre une certaine discontinuité, avec une zone dense en surface et des horizons poreux en profondeur. Ce résultat a été confirmé par l'examen des profils culturaux qui ont mis en évidence des blocs compacts en surface et des zones creuses au fond du labour, dans le cas du traitement T1. Le traitement statistique des valeurs du poids spécifique apparent sec sur les six niveaux de profondeur, montre des différences significatives entre le traitement T1 et les traitements T2 et T3 pour l'horizon 16-24 cm (tableau 1).

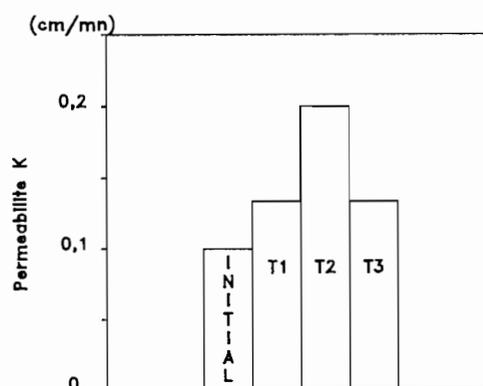


Fig. 2: Perméabilités du sol (cm/mn) pour les trois traitements T1 (charrue à socs), T2 (cultivateur à dents) et T3 (pulvériser à disques).

Au dessous des couches travaillées, les trois traitements présentent un horizon plus dense que l'état initial qui caractérise le phénomène de tassement du sol en profondeur dû au passage des ensembles tracteur-outils.

L'histogramme des valeurs moyennes de la perméabilité (fig. 2), montre une supériorité du traitement T2 sur les traitements T1 et T3. Ce résultat est confirmé par l'analyse de la

TABLEAU 2
Valeurs moyennes (cm/mn) et coefficients de variations (%) de la perméabilité du sol pour les trois traitements T1 (charrue à socs), T2 (cultivateur à dents) et T3 (pulvériser à disques).

T1		T2		T3		PPDS
T1	C.V	T2	C.V	T3	C.V	
0,132	18,61	0,198	35,33	0,127	31,8	0,052

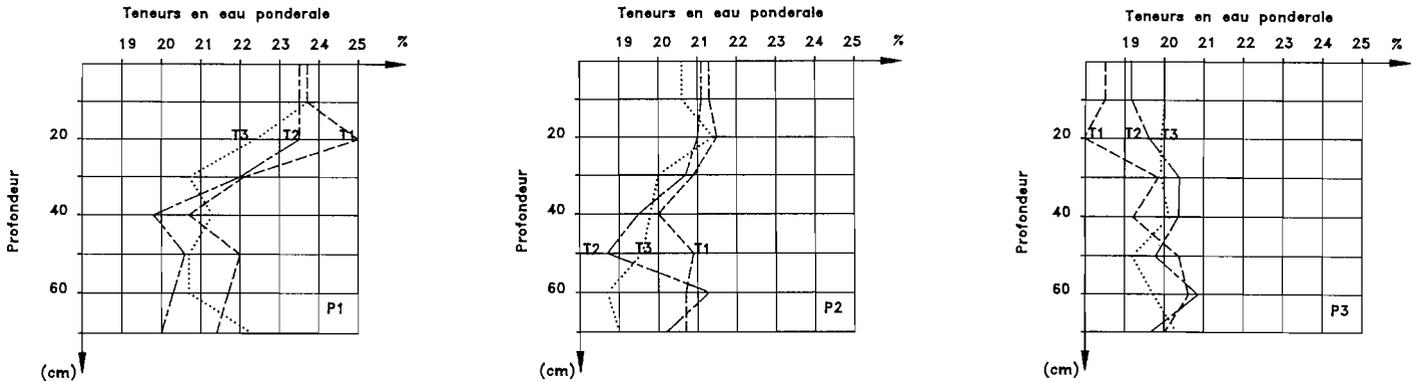


Fig. 3: Teneurs en eau pondérales (%) en fonction de la profondeur du sol (cm) pour les trois traitements T1 (charrue à socs), T2 (cultivateur à dents) et T3 (pulvériser à disques) au cours des trois périodes de mesures P1, P2 et P3.

TABLEAU 3
Valeurs moyennes (%) et coefficients de variations (%) des teneurs en eau pondérales du sol en fonction de la profondeur (cm) pour les trois traitements T1 (charrue à socs), T2 (cultivateur à dents) et T3 (pulvériser à disques) au cours des trois périodes de mesures P1, P2 et P3.

	Prof. cm	T1		T2		T3		PPDS
		T1	C.V	T2	C.V	T3	C.V	
P1	0-10	23,70	4,54	23,38	5,03	23,73	3,07	N.S*
	10-20	24,85	1,70	23,47	8,01	22,28	5,49	0,0153
	20-30	21,95	10,09	22,00	4,50	20,72	10,88	N.S*
	30-40	20,87	4,34	19,75	9,73	21,20	9,40	N.S*
	40-50	21,82	7,78	20,72	7,83	20,80	8,11	N.S*
	50-60	21,60	11,73	20,48	6,49	20,58	10,21	N.S*
	60-70	21,45	10,67	20,15	8,77	21,98	7,89	N.S*
P2	0-10	20,60	5,68	21,17	6,11	21,36	6,43	N.S*
	10-20	21,57	6,16	21,07	3,72	21,53	7,07	N.S*
	20-30	20,87	12,37	20,88	6,76	20,03	3,34	N.S*
	30-40	19,98	8,18	19,77	9,53	20,20	8,86	N.S*
	40-50	20,73	11,74	18,73	18,44	19,67	4,71	N.S*
	50-60	20,35	15,74	20,75	9,34	18,55	10,18	N.S*
	60-70	20,23	11,26	19,88	11,47	19,10	18,24	N.S*
P3	0-10	18,57	4,63	19,22	3,77	20,03	1,75	N.S*
	10-20	17,80	23,60	19,65	5,41	20,05	4,69	N.S*
	20-30	20,23	8,40	20,18	3,20	20,07	4,62	N.S*
	30-40	19,23	4,28	19,54	5,73	20,68	6,68	N.S*
	40-50	20,18	11,52	19,85	5,76	19,25	8,76	N.S*
	50-60	20,55	9,57	20,78	10,07	19,80	6,44	N.S*
	60-70	20,22	11,85	19,97	11,63	20,35	5,23	N.S*

* Ecart non significatifs.

variance des valeurs de la perméabilité, qui met en évidence des écarts significatifs entre le traitement T2 et les traitements T1 et T3 (tableau 2). L'examen des profils culturaux est en accord avec ce résultat, qui montre des fentes verticales constituant des chemins préférentiels pour l'eau, à l'endroit des passages des dents du cultivateur. L'examen des profils hydriques (fig. 3) des trois traitements lors de la phase de dessèchement correspondant aux mesures à un jour, quatre jours et onze jours après l'irrigation gé-

néralisée permet de mettre en évidence les résultats suivants:

- La première mesure P1 montre une humidification plus importante du traitement T1 avec un maximum enregistré au niveau de l'horizon 10-20 cm. L'analyse de la variance confirme ce résultat par un écart significatif entre les traitements T1 et T3 pour ce même horizon (tableau 3).
- La mesure P2 indique une réduction prononcée des humidités en surface pour les traitements T1 et T2.

- La troisième mesure P3 confirme la précédente par un dessèchement accentué du traitement T1 qui perd ainsi 7% d'humidité pondérale à 20 cm de profondeur onze jours après l'apport, alors que le traitement T2 en perd 4% et le traitement T3 n'en perd que 2% dans les mêmes conditions climatiques.

- Les variations des teneurs en eau en fonction du temps sont plus élevées dans le cas du traitement T1 qui s'humecte bien lors des apports et se dessèche rapidement pendant une phase évaporative.

Discussion

Il apparaît au terme de ces résultats, que les effets des trois traitements, peuvent être synthétisés comme suit:

- Les discontinuités sub-horizontales caractérisant le retournement du sol du traitement T1, entraînent un état structural poreux et une perméabilité réduite qui semble être liée au réseau sinueux des vides et qui ont pour conséquence directe une réduction de la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol et une meilleure imbibition de l'horizon superficiel. Cependant les pertes d'eau par évaporation sont élevées traduisant une macroporosité importante et des surfaces d'échange élevées dues aux grosses mottes de terre.

- Les discontinuités sub-verticales dues au travail du traitement T2, provoquent la perméabilité la plus élevée, mais des teneurs en eau inférieures au traitement T1. Ceci est lié aux fentes verticales produites par les dents de l'outil qui représentent des chemins préférentiels pour l'eau qui traverse ainsi rapidement et en grande quantité la couche superficielle du sol sans l'humecter en conséquence. Par ailleurs le traitement T2 permet un dessèchement modéré.

- Le mélange de terre fine et de mottes sur 15 cm de profondeur, qui caractérise le traitement T3, entraîne le dessèchement le plus faible et un stock d'eau le plus élevé onze jours après l'irrigation malgré sa faible perméabilité et son humectation réduite au départ. Cette économie d'eau peut être liée au travail réduit à la partie superficielle et à la structure de l'horizon travaillé qui semble constituer un écran protecteur aux échanges thermiques avec le milieu extérieur.

Conclusion

Au terme de ce travail expérimental il apparaît qu'il existe des relations causales entre les techniques de travail du sol et son état structural et hydrique. Cependant ces relations ne sont pas constantes dans le temps. En effet, nous avons constaté que les trois variables mesurées, le poids spécifique apparent sec, la perméabilité et la teneur en eau n'évoluent jamais dans le même sens pour les trois techniques testées.

Le labour à l'aide d'une charrue à socs et versoirs réalise un état poreux, peu perméable et qui se dessèche rapidement. Le travail du sol à l'aide du cultivateur à dents entraîne un état du sol peu poreux, très perméable et un dessèchement modéré.

Le travail du sol à l'aide d'un pulvérisateur à disques permet le dessèchement le plus faible, avec une perméabilité réduite. Ce résultat confirme le fait qu'il n'existe pas un outil idéal capable de réaliser l'ensemble des objectifs et la nécessité d'adapter un outil à chaque situation. Ceci est d'autant plus valable dans les zones arides où les teneurs en eau des sols peuvent varier suivant des proportions importantes lors des passages des périodes sèches aux périodes de pluies.

Références bibliographiques

1. Féodorof A., 1965. Etude expérimentale de l'infiltration de l'eau non saturante. Thèse. Publ. INRA. 90 p., Paris (France).
2. Hillel D., 1971. Soil and water, Acad. Press. New York, 288 p.
3. Henin S., 1977 Cours de physique du sol. L'eau et le sol. **Volume II**, ORSTOM-Paris, 222 p.
4. Kallel A., 1981. Bilan global des ressources en eau de surface en Tunisie. Division des ressources en eau, B.P. 10 - 2080 Ariana Tunisie, 22 p.
5. Klute A., 1973. Soil water flux theory and its application in field situations, Field soil water regime. Special vol. **5**, 9-35, Madison (USA).
6. Papy F., 1986. Effet de l'état structural d'une couche labourée sur sa rétention en eau, Agronomie **6** (6), 555-565.

M.E. Hamza: tunisien. Docteur Ingénieur en Sciences Agronomiques - Maître assistant à l'Institut National Agronomique de Tunisie, 43 Avenue Charles Nicolle - 1002 Tunis - Tunisie.

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned.

Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs.

De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s).

Las opiones presentadas y la forma utilizada son de la única responsabilidad de los autores concernidos.

Compatibility of Intercropping Stem Borer Resistant Sorghum *Sorghum bicolor* Moench Genotypes with Cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp and its Effect on Flower Thrips.

K. Ampong-Nyarko*, Ruth A. Nyang'or*, K.N. Saxena* & K.V. Seshu Reddy*

Keywords: Sorghum – Plant resistance – Intercropping compatibility – Stem borer – Cowpea – Flower thrips.

Summary

The compatibility of sorghum *Sorghum bicolor* Moench genotypes with varying levels of resistance to stem borers for intercropping was studied in field experiments for two cropping seasons at the ICIPE in Kenya. Sorghum genotypes IS-18520, IS-1044, IS-2269, ICS 3, ICS 4, LRB6, 2K x 17 and Gaddam El Hamam were grown both as monocrops and as intercrops with cowpea. Intercropping reduced the *Chilo partellus* population density but there was no significant genotype x intercropping interaction. Intercropping significantly reduced the number of flower thrips *Megalurothrips sjostedti* in cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp. The stem borer resistance level of sorghum genotypes tested was not affected by intercropping. There were, however, differences in agronomic productivity. Grain yield of intercropped sorghum was positively correlated with the number of tillers per harvestable head. Sorghum genotypes with high tillering capacity, of intermediate plant height and intermediate leaf area were considered compatible for intercropping with cowpea.

Résumé

La compatibilité des lignées de sorgho avec divers niveaux de résistance aux foreurs de tiges pour l'association culturale a été étudiée sur des expérimentations au champ pendant deux saisons culturales au Kenya. Les lignées de sorgho IS-18520, IS-1044, IS-2269, ICS 3, ICS 4, LRB6, 2K x 17 et Gaddam El Hamam ont été cultivées en monocultures ainsi qu'en association culturale avec le niébé. L'association culturale a réduit la densité de population du foreur de tiges sur IS-18520, IS-1044, ICS 3 et IS-2269, mais n'a pas eu d'effets sur les autres lignées. L'association culturale a réduit significativement le nombre de thrips des fleurs *Megalurothrips sjostedti* sur le niébé. Le niveau de résistance au foreur de tiges des lignées de sorgho testées n'a pas été affecté par l'association culturale. Il y avait, néanmoins, des différences sur la productivité agronomique. Le rendement en grains du sorgho en association culturale a été positivement corrélé avec le nombre de talles par épis récoltable. Les lignées de sorgho à haute capacité de tallage, de taille intermédiaire et de surface foliaire intermédiaire ont été considérées compatibles pour l'association culturale avec le niébé.

1. Introduction

In many countries in Africa and Asia several lepidopterous stem borers inflict considerable losses to sorghum, maize, millet, rice and sugarcane (18). Intercropping, a common practice of the resource-limited small-scale farmer in these regions, tends to support lower insect pest levels than the corresponding monocultures (2,3,8) and has been recommended as part of an integrated pest management programme (11,14,15).

Stem borer tolerant genotypes have been suggested to be better suited as an adjunct to other management techniques (16). When combined with other methods, plant resistance lowers pest density and thereby lengthens the time to reach the economic injury level (EIL). The expression of resistance in cultivars is influenced by the environment. Temperature, relative humidity, light intensity, soil fertility and soil moisture have all been shown to affect the expression of insect resistance in plants (20).

Intercropping modifies host plant quality, plant size, leaf area, and nitrogen content (12,19). Intercropping also affects mi-

croclimate (e.g., air circulation, shade, relative humidity and temperature) and therefore may affect insect pest resistance levels in resistant cultivars. For implementability of plant resistance in integrated pest management (IPM), field research should be done to confirm that cultural control will not negate resistance in resistant genotypes (6). The need for identification of suitable genotypes which minimise intercrop competition and maximise complimentary effects (22) has also been stressed, as the behaviour in mixed stands is not predictable from behaviour in pure stands (10).

In the present study, the compatibility of eight sorghum *Sorghum bicolor* Moench genotypes with varying levels of resistance were assessed for intercropping compatibility with cowpea in terms of insect resistance and ideal plant characters in field experiments in Kenya.

2. Material and methods

The experiments were conducted at the field station of the

* The International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE), P.O. Box 30772, Nairobi, Kenya.

Received on 25.07.93 and accepted for publication on 08.02.94.

International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE) located at Ungoye on the shores of Lake Victoria at latitude 00° 36' 48.5" S and longitude 34° 5' 31" E and an altitude of 1240 m above sea level. The site has two rainy seasons (March-July and September-December) with average annual precipitation of 1000 mm and average daily temperatures of 19°C minimum and 31°C maximum and relative humidity of 60%. The soils are Vertic luvisols with the following characteristics: pH 6.1, cation exchange capacity 48.2 me/100g soil, N: 0.21%, C: 1.58%, P: 98 me/100g soil and K: 1.0 me/100g soil.

Eight sorghum genotypes (IS-18520, IS-1044, IS-2269, obtained from the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics; LRB6, ICS3, ICS4 from ICIPE; Gaddam El Hamam from Sudan; and 2Kx17 from Kenya) with varying levels of resistance to the spotted stem borer *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) were planted in the first and second cropping seasons of 1990-91 under field conditions. All the eight genotypes were combined in a factorial combination with two cropping patterns: as a monoculture or intercropping with cowpea, *Vigna unguiculata* (L) Walp cv ICV 2 (from ICIPE). The plant arrangement for the intercropping was single alternating rows with a sorghum spacing of 90 cm inter-row and 30 cm intra-row, and for the cowpea, 90 cm inter-row and 20 cm intra-row. The corresponding spacing in the monocrop was 60 cm x 30 cm for sorghum and for the cowpea 60 cm x 20 cm. The sorghum and cowpea were planted simultaneously. The 16 treatments were in a randomised complete block design with four replicates with plot size of 20 m x 10 m. At planting, P at 45 kg/ha and N at 18 kg/ha was applied as the diammonium phosphate. An additional 70 kg N/ha as calcium ammonium nitrate was spot-applied to the sorghum 4 weeks after emergence.

Entomological assessments were done both visually and destructively. Visual assessments were carried out in a 5m x 5m fixed quadrat in which the total number of plants and plants with stem borer damage symptoms such as leaf lesions and dead hearts were counted. Bi-weekly samplings of stem borer larvae, pupae and tunnelling length were measured on 10 plants per plot between 3 weeks after emergence until harvest. In cowpea, the number of flower thrips (*Megalurothrips sjostedti* Trybom Thysanoptera: Thripidae) per 20 flowers were counted at flowering. Plants were sampled at 5 and 7 weeks after emergence to determine the dry weight and leaf area on 15 plants per plot. Leaf area was determined by using an automatic leaf area meter (L1-3000-3050A Licor, USA). Light photo flux density (400-700 nm) was determined with a point sensor (Li-185B, LiCor, USA) at 50 cm above ground level five times per plot. Relative light intensity (light transmission ratio, LTR) was calculated against a reference light above the canopy for each plot. At harvest the number of productive tillers, plant height and grain yield were determined from the central 5m x 5m per plot. Grain moisture was determined using a moisture tester (1175 15302, Dicky-John Corporation, Auburn, USA) and expressed to 12%.

Data for each parameter was subjected to analysis of variance (two-way), with intercropping and genotype as main factors. To stabilize variance the data on stem borer pupal and larval density, and flower thrips were transformed to logarithms ($x + 1$) before analysis. Per cent plants damaged were transformed to arcsin-square root transformation. Mean separation was obtained using Tukey's Studentized Range Test. Regression analysis was carried out on plant charac-

ters and grain yield. A sorghum genotype was considered compatible in terms of resistance when the level of insect resistance/tolerance was not altered in intercropping or was lower in intercropping. In agronomic terms, compatibility was calculated as

$$\text{Intercropping Compatibility index} = \frac{\text{Yield of any test genotype in intercrop}}{\text{Highest yielding genotype of monocrop in the trial}}$$

The closer the value to unity, the more compatible the genotype is for intercropping.

3. Results and discussion

3.1. Plant resistance

The main stem borer observed was the spotted stem borer, *C. partellus*. The sorghum genotypes varied in their resistance/susceptibility to stem borers, with IS-1044 being resistant, IS-18520, and ICS 3 being tolerant as indicated by the percentage of plants attacked by borers (Fig. 1).

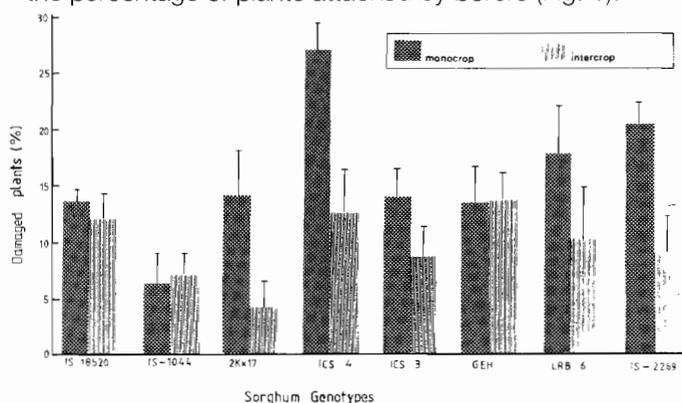


Figure 1. Percentage of plants damaged by stem borers 9 weeks after crop emergence in different sorghum genotypes grown as monocrops and as intercrops in the second cropping season. Bars indicate s.e. of means with 3 df, $P \leq 0.05$.

TABLE 1
Number of larvae and pupae of *Chilo partellus* at 8 weeks after emergence of sorghum as affected by intercropping with several sorghum genotypes.

Sorghum	Cropping pattern	
	Monocrop	Intercrop
IS-18520	7.8 ab	4.6 abc
IS-1044	3.3 abc	1.3 abc
2Kx17	1.3 abc	0.6 abc
ICS 4	6.0 abc	5.3 abc
ICS 3	8.0 ab	6.6 ab
GEH	2.0 abc	1.3 abc
LRB6	3.3 abc	4.6 abc
IS-2269	6.6 abc	0.0 c

Means followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ Tukey's Studentized Range.

¹ Analysis after $\log(x+1)$ transformation.

Intercropping significantly ($P \leq 0.05$) reduced stem borer pupal and larval density but differences among genotypes were not significant (Table 1 and Fig. 2) and there was no significant genotype x intercropping interaction. Not all crop combinations bring about reduced herbivorous pest loads and

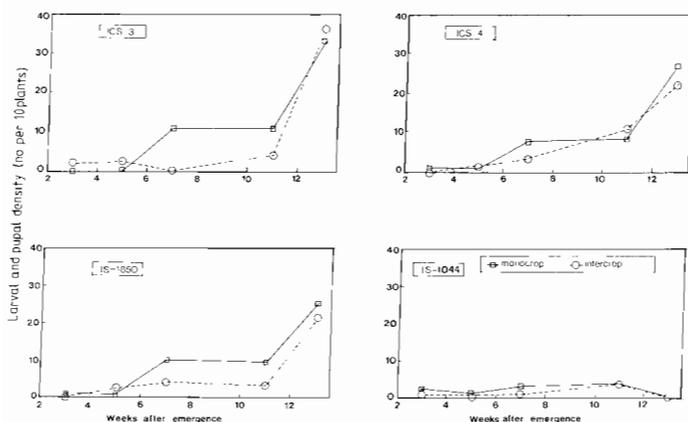


Figure 2. Number of stem borer larvae and pupae at different crop growth stages of several sorghum genotypes grown as monocrops and as intercrops with cowpea in the first cropping season.

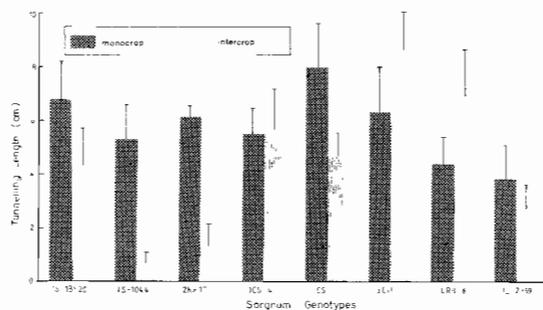


Figure 3. Stem tunnelling length at harvest in different sorghum genotypes grown as monocrops and as intercrops with cowpea in the second cropping season. Bars indicate s.e. of means with 3 df, $P \leq 0.05$.

perhaps more importantly, a given herbivore may show a variable response to the same crop combination (4,17). The pattern for stem tunnelling length varied among sorghum genotypes with LRB 8 having the greatest tunnel length and 2Kx17 the least (Fig. 3). Intercropping significantly reduced the tunnel length as compared to the monocrops. Here again there was no significant genotype x intercropping interaction. It is usually assumed that host plant resistance is generally compatible with IPM (1,5,9,13). In this study, the effect of intercropping on the sorghum genotypes varied from no effect to additive. The extent of environmental modification resulting from intercropping was not adequate to alter the basis of resistance. Since detailed information on the mechanism of most crops' resistance to a given insect is limited, it is not always possible to depict what comprises compatibility (6). Intercropping also significantly reduced the number of flower thrips in cowpea in both seasons (Table 2).

3.2. Plant characters appropriate for intercropping

The sorghum genotypes differed in several plant characters with ICS 3 having the highest leaf area index (LAI) at flowering, and IS-18520 the lowest. The genotypes also varied significantly in plant height and tillering capacity (Table 3). There was a significant ($P \leq 0.05$) genotype x intercropping interaction on plant height. Sorghum yield varied widely among the genotypes and between seasons (Tables 4 and 5). Intercropping compatibility in terms of grain yield was ranked in the order IS-18520 > Gaddam El Hamam > LRB 6 > ICS

TABLE 2
Number of cowpea flower thrips (per 10 flowers) as affected by intercropping with several sorghum genotypes.

Sorghum genotype	First Season	Second Season
IS-18520 inter	152 b	37 b
IS-1044 inter	157 b	49 b
ICS 4 inter	110 b	58 b
ICS 3 inter	136 b	29 b
2Kx17 inter		52 b
GEH inter		37 b
LRB6 inter		52 b
IS-2269 inter		40 b
Cowpea mono	269 a	85 a

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ by Tukey's Studentized Range Test.

TABLE 3
Number of tillers and plant height of different sorghum genotypes grown as monocrops and intercrops with cowpea.

Sorghum genotypes/ Cropping pattern	Tillers (no/per plant)	Plant height (cm)
IS-18520 mono	3.5 a	126 de
IS-18520 inter	3.1 ab	123 de
IS-1044 mono	1.5 fgh	174 b
IS-1044 inter	1.8 defgh	146 c
2Kx17 mono	1.4 gh	110 ef
2Kx17 inter	1.6 efgh	94 f
ICS 4 mono	1.7 defgh	256 c
ICS 4 inter	2.0 cdefg	241 c
ICS 3 mono	2.4 bcd	125 de
ICS 3 inter	2.6 bc	129 de
GEH mono	2.5 bcd	94 f
GEH inter	2.4 bcd	94 f
LRB6 mono	2.2 cdef	137 d
LRB6 inter	1.6 efgh	129 de
IS-2269 mono	1.1 h	294 a
IS-2269 inter	1.6 h	234 d

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ by Tukey's Studentized Range Test.

TABLE 4
Grain yield and intercropping compatibility index of sorghum genotypes intercropped with cowpea (first cropping season).

Sorghum genotypes/ Cropping pattern	First cropping season	
	Grain yield (kg/ha)	Compatibility index
IS-18520 mono	2906 a	
IS-18520 inter	1962 abc	0.70
IS-1044 mono	1230 c	
IS-1044 inter	1160 c	0.40
ICS 4 mono	2437 ab	
ICS 4 inter	1432 abc	0.49
ICS 3 mono	2104 abc	
ICS 3 inter	1511 abc	0.52

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ by Tukey's Studentized Range Test.

3 = ICS 4 > 2Kx17 > IS-1044 > IS-2269 (Tables 4 and 5).

Sorghum plant characters such as leaf area, plant height and number of productive tillers, differed in their contribution to

TABLE 5
Grain yield and intercropping compatibility index of sorghum genotypes intercropped with cowpea (second cropping season).

Sorghum genotypes/ Cropping pattern	Grain yield (kg/ha)	Compatibility index
IS-18520 mono	5678 a	
IS-18520 inter	4279 bc	0.75
IS-1044 mono	2291 fgh	
IS-1044 inter	2208 fgh	0.39
2Kx17 mono	2908 defg	
2Kx17 inter	2708 efg	0.48
ICS 4 mono	5431 ab	
ICS 4 inter	2910 defg	0.51
ICS 3 mono	2672 efg	
ICS 3 inter	2916 defg	0.51
GEH mono	5416 ab	
GEH inter	3541 cdef	0.62
LRB6 mono	3750 cde	
LRB6 inter	3333 cdefg	0.59
IS-2269 mono	2016 gh	
IS-2269 inter	1250 h	0.22

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ by Tukey's Studentized Range Test.

the intercrop sorghum grain yield. There was a highly significant positive correlation ($y=427+118x$, $r^2=0.51$) between the number of productive tillers and intercrop grain yield but no significant correlation between the other plant characters and grain yield was observed. This is particularly important as plant densities of sorghum in traditional intercropping is low, the ability of the plant to compensate for low plant den-

sity is critical for high yields. The yield of cowpea was significantly reduced by intercropping irrespective of the genotype and there was no significant genotype x intercropping interaction. There was also a non significant negative correlation between the light transmission ratio and leaf area index of the different sorghum genotypes ($y=0.95-0.05x$, $r^2=0.24$) but a significant positive correlation between plant height and leaf area ($y=0.20+0.0078x$, $r^2=0.52$). The amount of light reaching the cowpea canopy is influenced by the total leaf area above the horizon as photo flux density attenuates through the leaf canopy, following Lambert-Beer's Law (21). In our study no protection was given to the cowpea against insects. When this is done it is expected that grain yield will be reduced more in intercropping in sorghum with tall leafy genotypes than short genotypes. Other important plant characters for intercropping include photoperiod insensitivity, appropriate maturity periods, plant morphology, population density responsiveness (7), vigorous early season growth, and resistance to pests and diseases.

The micro-environment modification under intercropping is such that it would not affect the inherent resistance level of cultivars, but environmental modifications arising out-of-site may be important.

Acknowledgements

We thank the director of the ICPE, Professor Thomas R. Odhiambo for providing support and permission to publish. We are also grateful to Mr. Isaiah Odhul for his assistance in the field.

Literature

- Adkison, P.L. & Dyck, V.A., 1980. Resistant varieties in pest management systems. In: F.G. Maxwell & P.R. Jennings (editors). *Breeding Plants Resistant to Insects*. Wiley, New York, 233-251.
- Altieri, M.A. & Letourneau, D.K., 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection* **1**: 405-430.
- Amoako-Atta B., Omoio E.O. & Kidega E.K., 1983. Influence of maize, cowpea and sorghum intercropping systems on stem/pod borer infestations. *Insect Science and Its Application*. **4**: 47-57
- Andow, D., 1983. The extent of monoculture and its effects on insect pest populations with particular reference to wheat and cotton. *Agriculture Ecosystems Environment* **9**: 25-35.
- Bergman, J.M. & Tingey, W.M., 1979. Aspects of interaction between plant genotypes and biological control. *Bulletin of Entomological Society of America* **25**: 275-279.
- Duffey, S.S. & Bloem, K.A., 1986. Plant defense-herbivore-parasite interactions and biological control. In: M. Kogan (editor). *Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice*, John Wiley and Sons, New York. 135-183.
- Francis, C.A., Flor, C.A., Prager M. & Sanders, J.H., 1978. Density response of climbing beans in two cropping systems. *Field Crops Research*. **1**: 225-267
- Gold, C.S., Altieri, M.A. & Bellotti, A.C., 1990. Direct and residual effects of short duration intercrops on cassava whiteflies *Alleurotrachelus socialis* and *Trialeurodes variabilis* (Homoptera: Aleyrodidae) in Colombia. *Agriculture Ecosystems Environment* **32**: 57-67
- Hare, J.D., 1983. Manipulation of host suitability for herbivore pest management. In: R.F. Denno & M.S. Clure (editors). *Variable Plants and Herbivores in Natural Managed Systems*. Academic Press. New York, 655-680.
- Harper, J.L., 1963. The individual in the population. *Journal of Ecology* **5**: 149-158.
- Horton, D.R. & Capinera, J.L., 1987. Effects of plant diversity, host density and host size on the population ecology of the Colorado beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* **16**: 1019-1026.
- Kareiva, P., 1983. Influence of vegetation texture in herbivore populations. Resource concentration and herbivore movement. In: R.F. Denno and M.S. Mclure (editors). *Variable Plants and Herbivores in Natural and Managed Systems*. Academic Press, New York, 259-289.
- Kogan, M., 1975. Plant resistance in pest management. In: R.L. Metcalf & W.H. Luckman (editors). *Introduction to Insect Pest Management*. Wiley-Interscience, New York. 93-134.
- Mattesson, P.C., Altieri, M.A. & Gague, W.C., 1984. Modification of small farmer practices for better pest management. *Annual Review of Entomology* **29**: 383-402.
- Oloo, G.W. 1990. Developing appropriate IPM technology for the traditional small-scale farmers in tropical Africa. *F.A.O. Plant Protection Bulletin* **38**: 101-104.
- Ortman, E.E. & Peters, D.C., 1980. Introduction. In: F.G. Maxwell & P.R. Jennings (editors). *Breeding Plants Resistant to Insects*. Wiley-Interscience, New York 3-13.

17. Risch, S.J., Andow, D. & Altieri, M.A., 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions and new research directions. *Environmental Entomology* **12**: 625-629.
18. Seshu Reddy, K.V. & Walker, P.T., 1990. A review of the yield losses in graminaceous crops caused by *Chilo* spp. *Insect Science and Its Application* **11**: 563-569.
19. Stanton, M.L., 1985. Spatial patterns in the plant community and their effects upon insect search. In: S. Ahmed (editors). *Herbivorous Insects: Host-Seeking Behaviour and Mechanisms*. Academic Press, New York 125-157.
20. Tingey, W.M. & Singh, S.R., 1980. Environmental factors influencing the magnitude and expression of resistance. In: F.G. Maxwell & P.R. Jennings (editors). *Breeding Plants Resistant to Insects*. Wiley-Interscience, New York 87-113.
21. Walker, G.K., Blackshaw, R.E. & Dekker, J., 1988. Leaf area and competition for light between species using direct sunlight transmission. *Weed Technology* **2**: 159-165.
22. Wiley, R.W., 1979. Intercropping - its importance and research needs. Part 2. Agronomy and research approaches. *Field Crop Abstract* **32**: 73-85.

K. Ampong-Nyarko: Ghanaian. Ph.D. in Agricultural Botany (University of Reading, England): Agronomist ICIPE.

K.V. Seshu Reddy: Indian. Ph.D. in Entomology (University of Agricultural Sciences, India) Programme Leader, Crop Pests Research Programme, ICIPE.

K.N. Saxena: Indian. Ph.D. in Entomology (University of Delhi, India), Deputy Director of Research, ICIPE.

Ruth A. Nyangor: Kenyan. Research Assistant, ICIPE.

AGRI-OVERSEAS - TROPICULTURA

invite ses abonnés, lecteurs et auteurs à noter son changement d'adresse à partir du 20 septembre 1994

Nouvelle adresse :

c/o A.G.C.D. - Bur. 404-405
Rue du Trône 4 - 1050 Bruxelles
Tél. 02/519.03.29 / 377 / 503

Merci !

vestigt de aandacht van haar abonnees, lezers en auteurs op de adresverandering vanaf 20 september 1994

Nieuw adres :

c/o A.B.O.S. - Bur. 404-405
Troonstraat 4 - 1050 Brussel
Tel. 02/519.03.29 / 377 / 503

Dank u !

give the subscribers, readers and authors notice to change our address on and after the 20th September 1994

New address :

c/o B.A.D.C. - Bur. 404-405
Rue du Trône 4 - 1050 Bruxelles
Tel. 32.2.519.03.29 / 377 / 503

Many thanks !

invita a sus suscriptores, leedores y autores apunten su cambio de dirección a partir del 20 septiembre de 1994

Nueva dirección :

c/o A.G.C.D. - Of. 404-405
Rue du Trône 4 - 1050 Bruxelles
Tel. 32.2.519.03.29 / 377 / 503

¡ Muchas gracias !

Survey of Mineral Status of Cattle in the Adamaoua Region of Cameroon.

R.M. Njwe* & J.L. Lou Issa**

Keywords: Serum — Liver — Mineral — Deficiency — Cattle.

Summary

Serum and liver samples were collected from Zebu Gudali and Zebu Banyo cattle freshly slaughtered in abattoirs at eight different locations in each of the five administrative divisions of the Adamaoua region of Cameroon during the wet season (September to October, 1983) and the dry season (February to March, 1984).

Liver samples were analysed for iron, copper and manganese while serum samples were analysed for calcium, magnesium and copper. Most of the animals were adequate in calcium, magnesium, iron and manganese. Copper was deficient in liver and sera of most of the animals.

There is a need to intensify research on the mineral status of cattle in the Adamaoua region of Cameroon. Copper sulphate is recommended in salt licks for cattle in this region.

Résumé

Des échantillons de sang et de foie de bovins Zebu Gudali et Zebu Banyo ont été prélevés dans les abattoirs sur huit sites dans chacune des cinq unités administratives de la province de l'Adamaoua du Cameroun en saison des pluies (de septembre à octobre 1983) et en saison sèche (de février à mars 1984).

Les échantillons de foie furent analysés pour leur teneur en fer, cuivre et manganèse tandis que les sangs furent analysés pour leur teneur en calcium, magnésium et cuivre.

La plupart des teneurs observées étaient adéquates en calcium, magnésium, fer et manganèse. Le cuivre était déficient dans le foie et le sérum d'une majorité de bovins. Il est nécessaire d'intensifier la recherche en minéraux chez les bovins de la région de l'Adamaoua au Cameroun. La présence de sulfate du cuivre dans les pierres à lécher est recommandée pour les bovins dans cette région.

Introduction

Chemical composition of body tissue reflect the dietary status of the animal. Thus, chemical analysis can be used in detecting and defining a range of mineral deficiencies in livestock. Most often, the blood, liver and bone are sampled for mineral analysis. The objective of the present study was to verify the adequacy of cattle diets on the Adamaoua plateau through the analysis of calcium, magnesium and copper in serum and iron, copper and manganese in liver samples.

Material and Methods

A sample of blood and liver was collected from a freshly

slaughtered Banyo or Gudali Zebu in the local abattoir at each of 8 sites in each of the five administrative divisions of the Adamaoua region of Cameroon (Table 1) during the wet season (September to October, 1983) and the dry season (February to March, 1984).

Liver samples were obtained from the caudate lobe, and placed in a plastic bag and immediately stored in an ice cooler containing ice blocks to avoid deterioration during transportation to the laboratory. All liver samples were dried at 70 degrees centigrade in a forced air oven, ground through a 1 mm sieve and further conserved in plastic bags for analysis. One gram of dry liver sample was digested in a kjeldahl flask containing 25 ml of digestion solution (5 percent perchloric acid plus 20 percent concentrated nitric acid plus 50 percent sulphuric acid). After digestion, the digest was diluted to 100 ml and 5 ml aliquots were taken for analysis of iron, copper and manganese using the Perkin Elmer atomic absorption spectrophotometer according to the procedures of Pinta (9).

Blood was obtained as the animal was bleeding after the throat was cut. It was collected in a flask with stopper that had been washed, rinsed with deionised water and dried at 70 degrees centigrade in a forced air oven. The blood was allowed to coagulate after which the clot was easily separated. The serum was poured into clean analytical test tubes, stoppered and conserved in an ice cooler. At the laboratory the samples were preserved in a deep freezer until the time of analysis.

TABLE 1
Sites of collection of serum and liver samples in the Adamaoua region of Cameroon.

Division	Sampling sites
Vina	Ngaoundere, Belel, Dan, Mougél, Tello, Nyambaka, Dibi, Wassande.
Mbere	Meiganga, Madougou, Lokoit, Kalaldi, Doua, Badogo, Kombolaka, Djohong.
Djere	Tibati, Meidjama, Mbakoua, Tongo, Djombi, Ngaoundal 1, Ngaoundal 11, Ngaoundal 111.
Faro Deo	Tignere, Faro, Doualayel, Galim, Lompto, Minim, Martap, Gadjwa.
Mayo Banyo	Banyo, Allat, Sambo Laka, Mayo Kalele, Ribao, Mayo Darle, Mbambti, Mba.

* Dept of Animal Sciences, University Centre of Dschang BP 222 Dschang — Cameroon.

** MINAGRI Delegation, Garona, North Province, Cameroon.

TABLE 2
Mean levels of minerals (mg/kg dry matter) in liver of cattle in Adamaoua region of Cameroon (n=8).

Division		Copper		Manganese		Iron	
		wet season	dry season	wet season	dry season	wet season	dry season
Vina	mean±sd	84±21	108±32	9±1	11±1	275±42	280±38
	range	20-165	17-250	5-13	7-13	150-430	152-440
Mbere	mean±sd	90±20	149±32	9±1	10±1	257±36	266±40
	range	37-180	20-295	7-10	7-11	170-490	180-480
Djerem	mean±sd	82±20	160±31	14±2	14±2	253±42	264±51
	range	20-200	75-350	5-15	6-14	92-490	130-520
Faro Deo	mean±sd	85±17	146±13	10±1	11±2	245±47	249±44
	range	80-170	90-195	5-15	6-14	150-560	152-558
Mayo	mean±sd	121±26	129±27	11±2	12±2	235±40	238±45
	range	47-260	40-250	5-17	6-17	75-380	140-412
Overall mean		97	135	11	12	255	259
% samples below critical level		44	28	11	10	22	15

NB: Critical level of minerals in cattle liver suggested by McDowell et al (5) are as follows:
 Fe = 180 mg/kg dry matter Cu = 75 mg/kg dry matter Mn = 6 mg/kg dry matter

Ten millilitres of serum was digested with 25 ml of digestion solution as already described for liver samples. The digest was diluted to 100 cc and aliquots of 5 ml were taken for analysis of calcium, magnesium and copper using the Perkin Elmer atomic absorption spectrophotometer.

The concentration of various mineral elements in liver and serum samples were compared with values reported by McDowell et al (5) to determine adequacy or inadequacy of elements. These authors reported critical levels of Fe, Cu and Mn in the liver to be 180, 75 and 6 mg/kg dry matter, while those of Ca and Mg in serum were 8 and 2 mg/100 ml respectively, and that of Cu was 65 microgrammes/100 ml.

Results

The concentration of various mineral elements in the liver of cattle in the Adamaoua region are indicated in Table 2. Most of the liver samples of cattle assessed were adequate in iron. Twenty two and 15 percent of wet and dry samples, res-

pectively, were below the adequacy limit of 180 mg Fe/kg dry matter of liver tissue. Copper deficiency was also observed in some of the cattle. In the wet season 17 out of 39 sites sampled were deficient in copper. In the dry season 28 percent of the locations investigated were deficient in the element. Most of the copper deficiencies in the wet season were localised in the Vina, Mbere and Djerem divisions. In these divisions more than 50 percent of the cattle assessed were deficient in copper. Dry season copper deficiency was less acute but more rampant in the Vina and Mbere divisions. Manganese level in the liver during the wet and dry season was generally adequate.

The concentration of calcium, magnesium and copper in serum samples from cattle in the Adamaoua region are indicated in Table 3. During the wet and dry season, most animals were adequate in calcium and magnesium. There was a high incidence of copper deficiency in most cattle sampled. From 40 serum samples analysed both in the wet and dry seasons, 92.5 and 67.5 percent respectively were defi-

TABLE 3
Mean levels of minerals in serum of cattle in the Adamaoua region of Cameroon (n=8)

Division		Calcium		Magnesium		Copper	
		wet season	dry season	wet season	dry season	wet season	dry season
Vina	mean±sd	10.1±0.6	10.2±0.5	2.6±0.2	2.4±0.2	33±3	75±10
	range	7-12	7-13	2-3	2-3	20-50	50-100
Mbere	mean±sd	9.0±2.0	9.3±0.8	2.5±0.3	2.3±0.3	31±1	56±6
	range	8-13	7-13	2-3	2-3	30-40	50-100
Djerem	mean±sd	12.4±1.7	12.6±1.1	2.7±0.3	2.6±0.3	29±4	50±1
	range	9-13	9-14	2-4	2-4	20-40	50-55
Faro Deo	mean±sd	11.9±1.2	12.2±1.0	2.5±0.2	2.3±0.3	43±4	88±8
	range	8-12	7-13	1-3	1-3	30-60	50-100
Mayo	mean±sd	11.9±1.2	12.2±1.1	2.3±0.3	2.3±0.3	43±7	63±8
	range	8-12	8-13	2-4	2-4	30-80	50-100
Overall mean		11.3	11.3	2.5	2.4	36	66
% samples below critical level		7.5	7.8	2.0	2.5	92.5	67.5

NB: Critical levels of minerals in serum suggested by McDowell et al (5) are as follows:
 Ca = 8 mg/100 ml Mg = 2 mg/100 ml Cu = 65 µg/100 ml

cient in copper. Most of the copper deficient samples in the dry season originated from Mbere and Djerem divisions.

Discussion

The deficiency of copper observed in the liver of cattle in the Adamaoua region has also been reported by Abu Damir et al (1) with cattle in the Eastern Sudan. Underwood (11) has indicated that the liver is the main storage organ of body copper such that concentrations would be expected to provide a useful index of the copper status of the animal. It is however indicated that although liver copper levels reflect the dietary status, it should be interpreted with caution since they are influenced by factors such as dietary proportions of molybdenum and sulphur; high intake of Zn and Ca carbonates, and other compounds (7).

The high incidence of copper deficiency observed of cattle

in the present study has also been reported from analysis of cattle sera in Sudan by Tartour (10) and in Ethiopia by Fayet et al (3). Copper levels in sera of cattle sampled at the end of the wet season were lower than those collected in the dry season. Similar results have been reported in Ethiopia (3) and El Salvador (2). This is attributed to the higher copper content of straws eaten in the dry season when compared to fresh forage usually available at the end of the wet season. The levels of calcium and magnesium in sera of cattle were similar to those reported by McDowell et al (6) in Bolivia, Salih et al (8) in Florida and Abu Damir et al (1) in Sudan.

Copper appears to be a nutritional problem in the Adamaoua region particularly as it was deficient in serum and liver samples. Addition of copper sulphate is recommended in salt licks for cattle in that region.

Literature

1. Abu Damir H.G., Adam S.E.J., 1983. Mineral contents of livestock in Eastern Sudan. *Tropical Animal Health and Production* **15**: 15-16.
2. Edwards S., Ramirez L., 1981 Serum copper levels of cattle in El Salvador. *Tropical Animal Health and Production*. **13**: 242-243.
3. Fayet B., Grillet C., Abede Tessema, 1986. Teneur en oligoéléments dans les fourrages et le plasma des animaux domestiques en Ethiopie. *Rev. Elev. Vét. Pays Trop.* **39** (2): 227-237.
4. Knebusch C.F., Veldes J.L., McDowell L.R., Conrad J.H., 1988. Seasonal effect of mineral supplementation on microelement status and performance of grazing steer. *Nutritional Report International*. **38**(2): 399-442.
5. McDowell L.R., Conrad J.H., 1984. Mineral deficiencies and imbalances and their diagnosis. In: symposium on Herbivore Nutrition in the Sub-tropics and Tropics: Problems and prospects. Gilchrist F.M.C., Macke R.I., Editors, Pretoria, South Africa. pp. 67-88.
6. McDowell L.R., Koger M., Peducasse A., Loosli J.K., Conrad J.H., Bauer B., Galdo E., 1984. Mineral status and supplementation of beef cattle in Beni, Bolivia. *Tropical Agriculture* **16**: 29-33.
7. McDowell L.R., 1985. Copper, molybdenum and sulphur. In: *Nutrition of grazing Ruminants in warm climates*. McDowell L.R., Editor, Academic Press, Inc. Harcourt Brace Javanovich, New York, USA, pp. 237-257.
8. Salih Y., McDowell L.R., Hentges J.F., Wilcox C.J., 1986. Effect of mineral supplementation of Brahman cows on blood mineral and metabolic profiles in Brahman calves. *Nutritional Reports International*. **34**: 357-364.
9. Pinta M., 1980. *Spéctrométrie d'absorption atomique*. 2ème Edition. Mason, Paris.
10. Tartour G.; 1987. Copper status of livestock, pasture and soil in Western Sudan. *Tropical Animal Health and Production*. **7**: 87-94.
11. Underwood E.J., 1981. *The mineral nutrition of livestock*. 2nd Edition. Commonwealth Agricultural Bureau, London, UK.

R.M. Njwe, Cameroones, Ph. D. Animal nutrition, Associate Professor, Department of Animal Science, University Centre of Dschang, Cameroon.

J.L. Lou, Cameroones, Agronomist, Chief of Service Ministry of Agriculture, Garoua, Cameroon.

ADDENDUM ET CORRIGENDUM

Coopération internationale : Le Centre Sahel
Article paru dans *Tropicultura* 1993, Vol. 11 N°4 pp. 159-162

L'adresse mentionnée au bas de la page 159 y a été reportée par erreur. Il conviendrait de la remplacer par :

Centre Sahel/ CILSS : B.P. 7049, Ouagadougou, Burkina Faso
Centre Sahel/ Université Laval, (Pavillon, Jean-Charles Bonenfant,
Bureau 3380) Sainte Foy, Québec, Canada, G1K7P4

Présentation du projet "Inventaire et modelage de la gestion du couvert végétal permanent dans une zone forestière du Sud Sénégal"¹.

P.L.J. Van Damme*, J. De Wolf*, G. Verstraete*, S. Leemans* & D. Van Den Meersschaut*

Keywords: Agroforestry - Agro-sylvo-pastoralism - Viable agriculture - Natural vegetation degradation - Biodiversity - Ethnobotany - Socio-économique viability - Socio-ecology.

Résumé

La Belgique a une longue tradition de recherche agronomique et floristique en zone humide tropicale en Afrique. Les recherches qui étaient menées au Congo, et ensuite au Zaïre, servent toujours de référence dans la matière. Récemment, l'utilisation de nouvelles techniques comme l'imagerie satellitaire et les logiciels Système d'Information Géographique (SIG) donnent de nouvelles possibilités aux chercheurs soucieux de valoriser leurs résultats de recherche à travers des plans d'aménagement utilisables par les organismes d'intervention. Ce texte présente les recherches que mène le laboratoire de phytotechnie tropicale et subtropicale et d'ethnobotanique de l'Université de Gent actuellement sur l'évolution et les possibilités d'aménagement de la végétation naturelle dans la Province de la Moyenne Casamance au Sud du Sénégal.

Summary

Belgium has a long tradition in the field of agricultural and floristic research in humid tropical Africa. The studies that were once done in Congo and thereafter in Zaïre can still be considered to be milestones. Recently, the introduction of new techniques like teledetection and Geographic Information Systems software has created new possibilities for those researchers that want give their basic research effort some added value in the form of policy guidelines. This text presents the work that is currently been done by the Laboratory of Tropical and Subtropical Plant Husbandry and Ethnobotany (University of Gent, Belgium) in the Moyenne Casamance Province (southern Senegal) on the evolution and management possibilities of its natural vegetation.

1. Introduction: historique et justification de la présente recherche

Le laboratoire de phytotechnie tropicale et subtropicale et d'ethnobotanique de la faculté des sciences agronomiques et de biologie appliquée (Université de Gent) a une longue expérience dans la recherche sur les écosystèmes naturels et sur les systèmes agraires surtout en Afrique. Ces recherches sont menées aussi bien en milieu humide qu'en zone sahélienne (semi-aride et aride). Souvent les recherches sont menées par des équipes multidisciplinaires combinant l'expertise de plusieurs laboratoires.

L'approche de recherche peut se décrire comme suit:

(1) recherche sur le terrain avec des évaluations de l'évolution de la végétation naturelle ou de l'écosystème agraire sous différents régimes de gestion, y inclus

(1.1.) la détermination taxonomique des espèces végétales et

(1.2.) l'utilisation de ces espèces par l'homme (partie ethnobotanique); et

(2) l'évaluation de l'état de dégradation et l'évolution dans le temps de cette dégradation.

Le développement de techniques utilisant des images satellitaires de haute résolution spatiale (type SPOT-XS et LANDSAT-TM) et des photos aériennes, a ajouté plusieurs dimensions à ce type de recherches et a facilité l'appréciation multitemporelle de l'évolution des paramètres sous étude.

Avec le développement de logiciels performants, les résultats obtenus à travers ces deux types d'approche sont alors souvent

(3) combinés avec des données sur la qualité du sol, la topographie, la démographie, la climatologie... dans un Système d'Information Géographique (SIG) afin de pouvoir faire un inventaire des ressources aussi complet que possible;

(4) des enquêtes socio-économiques ajoutent la dimension humaine à cette problématique écologique et/ou agronomique.

Le but final de ce type de recherche et de l'approche suivie est de constituer une base de données qui puisse être utilisée pour élaborer des plans d'aménagement et de régénération des jachères, des végétations naturelles ou des sys-

¹ Ce texte reprend des éléments de la présentation sur l'état de la recherche sur les jachères menée par la Belgique lors de l'Atelier Scientifique sur la Régénération des Jachères en Afrique Tropicale Humide qui s'est tenu à Abidjan du 7 au 12 décembre 1992 et qui était organisé par le gouvernement de la Côte d'Ivoire, l'ORSTOM et l'UNESCO.

* Laboratoire de Phytotechnie Tropicale et Subtropicale et d'Ethnobotanique, Faculté des Sciences Agronomiques et de Biologie Appliquée Université de Gent, Coupure Links 653, B 9000 Belgique.

Reçu et accepté pour publication le 09.02.1993.

tèmes agraires sous étude, afin d'arriver à des systèmes de gestion plus viables et 'durables et renouvelables' à terme.

L'approche multitemporelle (par images satellitaires) ajoute une perspective historique à la problématique. Elle indique la vitesse avec laquelle la végétation s'est dégradée dans le passé, et peut aussi donner, par extrapolation et dans certaines limites, une idée sur l'évolution future de cette végétation et donc des mesures à prendre pour tenter de renverser le courant.

En plus, la partie taxonomique et ethnobotanique veut indiquer quelles sont les espèces végétales potentiellement intéressantes qui devraient être étudiées ou suivies plus intensivement. Lorsqu'il s'agit d'espèces ligneuses, cette recherche peut aboutir à terme à la vulgarisation de nouvelles espèces à introduire dans des schémas agro-sylvopastoraux.

Dans plusieurs cas, ces recherches sont du type 'action-recherche'. Elles sont alors menées en étroite collaboration avec des partenaires locaux, souvent regroupés en Organisation Non-Gouvernementale (ONG). La finalité de la recherche est alors plus directement orientée vers l'obtention de résultats et de recommandations directement utilisables dans le milieu. Pour ce faire, les résultats obtenus par les programmes de recherche sont présentés aux et discutés avec les 'groupes-cibles'. Ce feedback augmente l'utilité finale des résultats de recherche: le groupe-cible se sent plus concerné quand il a été impliqué dans la conception et l'exécution de la recherche, et sera plus motivé à mettre en place les dispositifs et thèmes vulgarisés ultérieurement.

Il est clair que toute initiative d'intervention dans la gestion de l'écosystème doit tenir compte des réalités socio-économiques du milieu. Pour ce faire, les interventions actuelles sont toujours étudiées dans leur contexte socio-économique et les implications des nouvelles politiques d'intervention évaluées d'avance afin de minimaliser les possibilités d'échec futur. Comme l'ont déjà démontré plusieurs études, une approche purement technique qui ne tient nullement compte de l'aspect humain est souvent vouée à l'échec.

De ce qui précède, il est clair que la plupart des études sont menées par des équipes multi-disciplinaires (qui consistent en géologues, agronomes, forestiers, socio-économistes, socio-géographes, botanistes, ethno-botanistes,...) qui travaillent souvent selon la méthode participative lorsqu'il s'agit de recueillir des données auprès des populations concernées.

A part les ONGs déjà mentionnées ci-dessus, les programmes de recherche sont aussi menés en collaboration avec des organisations nationales officielles de recherche (universités) ou avec des organismes internationaux (PNUD, DANIDA, ...).

Le financement des initiatives de recherche provient surtout de sources extérieures nationales comme le Service de Programmation de la Politique Scientifique (Services du premier ministre) ou bailleurs de fonds internationaux (Communauté européenne, organismes internationaux divers).

Dans ce qui suit, nous allons présenter l'approche décrite dans l'introduction à travers un projet de recherche que mènent actuellement les auteurs dans la Province de la Moyenne Casamance, Sénégal.

2. Présentation du projet de recherche: Inventaire et modelage de la gestion du couvert végétal pérenne dans une zone forestière du sud Sénégal.

2.1. Historique et localisation du projet

Ce projet financé par la CEE (contrat B7-5040/91/041) a commencé en avril 1992 et aura une durée totale de 2 ans. Il est exécuté par l'Université de Gent par le Laboratoire de Phytotechnie Tropicale et Subtropicale et Ethnobotanique en collaboration avec le Laboratoire de Télédétection et de l'Aménagement des Forêts, dans la Région de Kolda, qui est située dans le sud du Sénégal, plus spécialement dans la Province de la Moyenne Casamance.

La superficie totale de la zone de recherche est d'environ 6.500 km². La zone est habitée par plusieurs ethnies dont les Peulhs, les Wolofs et les Mandingues sont les plus importantes. Ces peuples vivent concentrés dans des villages où les concessions sont assez regroupées.

2.2 Problématique et termes de référence du projet.

L'environnement naturel de la Province de la Moyenne Casamance est constitué en grande partie d'une forêt claire de type soudano-guinéen. Des espèces guinéennes comme *Nauclea latifolia*, *Vangueria madagascariensis* (Rubiaceae), *Chrysophyllum pruniforme* (Sapotaceae), *Dialium guineense*, *Albizia zygia* et *Pterocarpus santalinoides* (Leguminosae) y cohabitent avec des essences soudanaises comme *Lannea velutina*, *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae), *Piliostigma reticulatum*, *Cordyla pinnata*, *Acacia macrostachya*, *Pterocarpus lucens* (Leguminosae) et *Ziziphus mauritiana* (Rhamnaceae).

La forêt joue un rôle important dans la vie quotidienne de la population: elle n'est pas seulement le lieu de pâturage du bétail, mais aussi une source de produits intéressants sinon indispensables pour l'homme, comme le bois de feu, les fruits ou la pharmacopée traditionnelle. En plus, elle constitue une réserve foncière qui permet aux agriculteurs de cultiver chaque année de nouvelles parcelles.

Cette région du Sénégal est à ce moment toujours une zone d'immigration nette de par son sous-peuplement relatif. De ce fait, il existe toujours un système où les champs de brousse sont abandonnés après quelques années de mise en culture. Suivent alors quelques années de jachère. Les champs de cases qui se trouvent autour des concessions sont normalement cultivés en permanence.

Il faut néanmoins noter que les ressources forestières ne sont pas gérées d'une manière rationnelle. Des feux de brousse, pour la plus grande part allumés par les bergers et par les agriculteurs, détruisent annuellement de très grandes surfaces. Une forêt qui brûle chaque année - ce qui est souvent le cas - n'arrive plus à se renouveler et est ainsi condamnée à disparaître. De plus en plus de signes indiquent que, dans quelques années, les forêts de la Province de la Moyenne Casamance, qui avec celles de toute la région casamançaise sont potentiellement les plus riches du Sénégal, seront bientôt réduites à des reliquats isolés.

La sécheresse des dernières années a multiplié le nombre et augmenté l'intensité des feux. Cette situation se traduit par une évolution vers des forêts claires ou savanne boisée où *Bombax costatum* (Bombacaceae), *Hexalobus monoptaluis*

(Annonaceae), *Lannea acida* (Anacardiaceae), *Cordyla pin-nata*, *Pterocarpus erinaceus* (Leguminosae) et *Oxytenanthera abyssinica* (bambou, Poaceae) sont très fréquents ou vers des formations dégradées où dominant des *Combretaceae* (*Terminalia macroptera*, *Combretum glutinosum*, *C. nigricans*), accompagnés par les légumineuses *Piliostigma thonningii* et *Dichrostachys cinerea*.

Si on veut arrêter la dégradation, des mesures de protection appropriées devront être prises. Elles devront tenir compte non seulement de la préservation de l'environnement, mais aussi du fait que la forêt est un lieu où vit et travaille toute une population, avec ses besoins en terres pour l'agriculture et le pâturage, en bois de chauffe et autres produits forestiers. Il faut donc tenir compte de toute la réalité socio-économique des communautés qui y vivent.

Afin de pouvoir établir un plan d'intervention, il est nécessaire de disposer d'un inventaire de la situation actuelle dans la zone. Il faut donc avoir des données précises sur

- (1) la présence et
- (2) la distribution spatiale des différents types de végétation;
- (3) la dégradation de la forêt et ses causes (naturelles et humaines);
- (4) les propriétés et les utilisations des espèces par les différentes ethnies de la zone (l'ethnobotanique); et
- (5) la possibilité de régénérer la végétation en utilisant des espèces locales d'arbres et arbustes si possible (1).

2.3 Approche scientifique

Le présent projet utilise différentes techniques afin de pouvoir établir la base de données nécessaire pour la bonne formulation des recommandations.

L'étude de terrain comporte:

- (1) une collecte des plantes ligneuses qui poussent dans la zone afin de constituer un herbier de référence à l'utilisation des chercheurs des autres disciplines qui participent au projet;
- (2) une description de l'habitat de ces plantes en vue de l'incorporation de ces données dans un Système d'Information Géographique;
- (3) l'inventariage et caractérisation du couvert végétal à travers la zone de recherche en utilisant une méthode d'échantillonnage de la strate ligneuse;
- (4) une étude floristique des conséquences des feux de brousse sur le renouvellement de la forêt en suivant régulièrement 40 sites établis dès le début du projet durant toute la durée du projet;
- (5) une étude socio-écologique auprès de la population afin d'obtenir plus d'informations sur la gestion de la jachère et les motivations pour l'exécution de feux précoces et feux de brousse; cette étude compare l'attitude des trois différentes ethnies;
- (6) une étude ethnobotanique auprès des différentes ethnies de la zone de recherche afin d'inventorier toutes les utilisations des espèces ligneuses de la zone d'étude; ces données sont recueillies à travers des interviews avec des personnes de référence dans les villages de la zone;
- (7) cette étude dans le milieu est complétée avec une étude de marché à Kolda, chef-lieu de la région de Kolda. Chaque mois on mesure quels produits forestiers sont offerts sur le marché et quel en est le prix unitaire.

L'étude par images satellitaires comporte les volets suivants: (1) l'utilisation d'images satellitaires de haute résolution spatiale (LANDSAT-TM) pour faire

- (1.1) le diagnostic de l'état de dégradation du milieu forestier; et pour
- (1.2) localiser les différents types de brousses secondaires.

Pour ce faire, les résultats de travail de terrain seront incorporés dans le travail de télédétection. Pour raffiner davantage l'approche nous utiliserons aussi (2) des photos aériennes.

Ce diagnostic de la situation actuelle sera complété par (3) l'approche multitemporelle: l'évaluation de l'évolution des différentes végétations durant les 35 dernières années à base des images LANDSAT (1973-1993) et à base d'une ancienne carte de végétation qui donne la situation de 1956 afin de pouvoir formuler des scénarios d'évolution future probable.

Les données obtenues par les deux types d'approche ci-dessus seront combinées avec des données géologiques, topographiques, météorologiques, ... dans un Système d'Information Géographique afin de pouvoir faire un inventaire des ressources dans les différents types de brousse secondaire. Cette information de base permettra par la suite d'élaborer un plan d'aménagement pour la zone du projet.

2.4. Premiers résultats

Après six mois d'activités, les résultats suivants ont été obtenus.

2.4.1. Etude floristique

Un herbier de 141 espèces ligneuses a été fait et 136 espèces ont été déterminées à l'aide des clés floristiques disponibles. Un lexique de ces plantes avec leurs noms botaniques et leurs noms en peulh fouladou (*lingua franca* de la région) a été rédigé. Ce lexique sera, à terme, complété d'une clé de détermination (type guide de terrain) à utilisation locale dans un souci de rendre l'étude floristique plus abordable aux organisations et individus localement intéressés par ce thème.

2.4.2. Inventariage du couvert végétal

La période initiale du projet a été consacrée à la détermination de la meilleure méthode d'échantillonnage en fonction des caractéristiques de la végétation et du milieu, l'idée étant que la méthode choisie devrait être rapide et aussi correcte que possible.

Sur base d'une étude bibliographique préliminaire, nous avons testé et comparé trois méthodes différentes: la méthode de l'intersection de lignes (en Anglais: 'line-intercept method'), la méthode point-quadrants ('point-centered quarter method') et la méthode de Bitterlich (dite: méthode du rayon variable).

Afin de pouvoir comparer les trois méthodes, toutes ont été appliquées sur un même terrain carré d'un ha et les résultats comparés entre eux. Du fait que les trois méthodes déterminent trois paramètres différents (la première donne la couverture, la deuxième la densité et la troisième la surface occupée par les troncs), une quatrième méthode, le compte exhaustif, a été utilisée comme référence.

(1) Dans l'approche suivie dans le projet, nous partons de l'idée qu'il est préférable d'utiliser pour des actions de reboisement des espèces végétales connues et appréciées par tout le monde. Même si ces espèces offrent parfois des inconvénients (comme une croissance moins rapide), elles sont souvent mieux intégrées aux conditions locales (aussi bien du point de vue écologique que du point de vue socio-économique).

Sur la base des résultats obtenus, nous avons opté pour la méthode d'intersection de lignes. Cette méthode n'a pas seulement prouvé d'être très fiable, mais est en plus (1) la plus facile et (2) la plus rapide à exécuter; en plus (3) le paramètre 'couverture' est plus facile à relier que le paramètre 'densité' à ce qui est visible sur une image satellitaire; et (4) le paramètre 'couverture' est écologiquement plus valable que le paramètre 'densité'.

Dans un deuxième temps, nous avons aussi déterminé l'ampleur optimale de l'échantillon. Il s'est avéré que la longueur idéale de la ligne d'intersection dans les conditions de la présente recherche est de 300 m.

Jusqu'ici 38 échantillons ont été pris et analysés, et une quarantaine d'échantillons supplémentaires sont prévus pour la suite des activités.

2.4.3. Feux de brousse et renouvellement de la forêt: étude floristique.

Quarante sites ont été délimités et marqués dès le début du projet. Ils sont et seront régulièrement suivis pendant les deux années du projet. Lors de chaque visite, les jeunes plantes sont inventoriées. Le comptage s'effectue dans 4 classes d'âge, notamment les plantes hautes de 0 à 50 cm, de 51 à 100 cm, de 101 à 200 cm ou plus hautes que 200 cm (et avec une circonférence de tronc inférieure à 20 cm).

2.4.4. Feux de brousse et renouvellement de la forêt: étude socio-écologique.

Dix villages où sont représentées les trois ethnies de la région ont été interviewés. Chaque session durait au moins trois journées. Le questionnaire comportait quelques 75 questions sur l'agriculture (quels types de culture, intégration de l'arbre dans l'agriculture - soit l'agroforesterie traditionnelle, ...), la gestion des jachères (paramètres indicateurs pour la durée de la culture, différences selon la culture, intégration élevage et jachère, ...) l'élevage (nombre et type d'animaux, mode de gestion, ...), les feux de brousse (raisons appréciation de l'évolution du couvert végétal après le feu, ...), et le rôle des arbres dans la vie quotidienne (quelles espèces sont protégées et/ou plantées, les soins apportés aux arbres, ...). Dans chaque village, des représentants des villageois étaient interrogés en groupe. Après chaque session, les discussions continuaient avec des représentants des jeunes.

Les réponses au questionnaire étaient vérifiées sur le terrain avec des visites et des mesures de champs.

2.4.5. Etude ethnobotanique

Comme le projet de recherche a commencé juste avant le début de la saison des pluies, l'étude ethnobotanique n'a pas encore démarré car les personnes à enquêter étaient souvent occupées par les travaux champêtres. Ce volet sera exécuté pendant la saison sèche (période décembre - avril).

2.4.6. Etude de marché

Après quatre visites au marché de Kolda, nous avons déjà répertorié la présence de 33 plantes médicinales, 8 espèces de fruits, 3 plantes à fibre et 1 racine comestible.

2.4.7. Partie télédétection

Le travail de terrain étant la base pour tout travail de télédétection, ce dernier volet n'a pas encore commencé à l'heure actuelle. Nous avons seulement collecté les données géologiques, météorologiques et topographiques afin de pouvoir les incorporer dans un SIG.

3. Problèmes en suspens

Selon notre expérience, le grand problème de la gestion du couvert végétal ne réside pas tellement dans la découverte de techniques appropriées pour améliorer la qualité de la végétation, bien qu'il faut quand même et pour chaque cas tenter de trouver l'approche qui convient le mieux (et qui sera fonction des circonstances locales). Le plus grand problème reste la vulgarisation et l'acceptation de ces techniques par les populations-cibles.

L'approche participative, la recherche-action et la présentation et la discussion des résultats avec les populations concernées (approche feedback) offrent des possibilités à résoudre ce problème mais resteront sans effet si la politique du pays et le droit foncier ne sont pas adaptés aux exigences des approches préconisées. Il est donc indispensable que tout effort de recherche scientifique soit sanctionné par et cadre dans une politique globale et officielle d'aménagement et de gestion du terroir. Il faut donc que les services officiels soient au courant de toute initiative en la matière et qu'ils soient impliqués dans la diffusion des résultats. Toute approche devra néanmoins aussi reposer sur une connaissance approfondie du régime foncier, car aucune intervention technique ne sera exécutée ni maintenue dans le temps si les intervenants ne sont pas sûrs de pouvoir bénéficier de ces interventions.

Un autre domaine dont il faut tenir compte est celui de la commercialisation des produits forestiers. Beaucoup d'arbres sont coupés pour le bois. Ce bois est alors utilisé localement comme bois de chauffe ou de construction, ou pour l'exportation. Toute politique de restauration de la jachère devra tenir compte de cet environnement économique qui influence beaucoup le comportement des communautés paysannes.

Ces dernières remarques renforcent l'idée qu'il est indispensable de compléter chaque effort de recherche technique par une approche socio-économique, et donc de le faire exécuter par une équipe multi-disciplinaire.

Remerciements

Les auteurs veulent par la présente remercier le Service de Programmation de la Politique Scientifique (Services du premier ministre), qui a financé la participation de l'auteur principal au séminaire d'Abidjan. Ils sont aussi reconnaissants envers la Commission des Communautés Européennes pour le financement du projet "Inventaire et modelage de la gestion du couvert végétal permanent dans une zone forestière du Sud Sénégal" (contrat: B7-5040/91/041)¹. Ils remercient aussi Mamadou et Abdoul Baldé pour l'assistance lors du travail de terrain et Myriam Counet pour la correction du texte français.

Réactions de quelques variétés de riz à la pyriculariose à Yangambi - Zaïre.

K.N. Mobambo*, L. Baboy**, B. Ruhigwa*** & T. Loma****

Keywords: Reactions - Rice - Blast disease - *Pyricularia oryzae* - Varietal resistance.

Résumé

La pyriculariose du riz, une maladie cryptogamique causée par *Pyricularia oryzae*, se manifeste depuis de nombreuses années au Zaïre. Des essais ont été menés pour sélectionner les variétés résistantes en appliquant le "dispositif IRBN" (International Rice Blast Nursery) établi par l'Institut International de Recherche sur le Riz (IRRI). Des 20 variétés de riz que nous avons testées en champ à Yangambi, seules 2 locales (C1-13-3 et C2-3-1) ont été résistantes à la maladie tandis que 4 autres se sont montrées moyennement résistantes, 2 variétés locales (C2-3-2 et Ituri-bambesa) et 2 variétés de l'IRRI (IR 3179-25-3-4 et BR-11). Ces variétés ayant une réaction de faible susceptibilité, pourraient être intégrées dans un programme de sélection rizicole pour des régions humides forestières.

Summary

Rice blast, a cryptogamic disease caused by *Pyricularia oryzae*, is manifested in Zaïre since many years. Field trials have been carried out for the screening of resistant varieties using the IRBN-design (International Rice Blast Nursery) established by the International Rice Research Institute (IRRI). Among 20 rice varieties tested under field conditions at Yangambi, only 2 locals (C1-13-3 and C2-3-1) were resistant to the disease while 4 others including 2 local varieties (C2-3-2 and Ituri-bambesa) and 2 IRRI varieties (IR 3179-25-3-4 and BR-11) were moderately resistant. These varieties, with low susceptibility reaction, could be integrated in rice selection program for humid forest regions.

Introduction

La pyriculariose du riz, causée par *Pyricularia oryzae*, est actuellement la maladie la plus importante du riz et la plus largement distribuée. Elle apparaît dans toutes les régions rizicoles du monde (2,6).

Cette maladie qui attaque d'abord le feuillage puis les panicoles entraîne dans les zones où elle est endémique des pertes de rendement allant jusqu'à plus de 60% en fonction des conditions édapho-climatiques et de la croissance de la culture (2).

Au Zaïre où les conditions climatiques sont favorables à l'apparition et à l'évolution de la maladie, le champignon *Pyricularia oryzae* sévissait déjà dans les régions du Bas-Zaïre et du Haut-Zaïre, notamment en Uélé et à Yangambi (2). A l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique (INERA) Yangambi, les pertes de rendement dues à la pyriculariose ont été évaluées à 30% pour la variété R66 en 1976 et à 90% pour la variété 2031 (R66 x IR-8) en 1977 (5). Pour lutter contre cette maladie, la méthode chimique (fongicides et antibiotiques) a parfois été utilisée avec succès dans certains pays comme le Nigéria (7). Cependant, le coût élevé des produits chimiques limitent l'adoption de cette méthode surtout en milieu paysan (8). La résistance génétique est par conséquent considérée comme le moyen de lutte le plus approprié. Ainsi, dans un programme de lutte par la résistance variétale contre la pyriculariose entrepris par l'INERA, nous avons évalué en champ, en 1986-1987, 20 variétés de riz qui étaient encore au stade "observation".

Matériel et méthode

L'expérience a été menée à Yangambi situé à 470 m d'altitude, à 24°29' longitude Est, à 0°49' latitude Nord. Le régime moyen des précipitations reproduit bien la double périodicité propre aux régions équatoriales avec deux saisons de pluies dont la petite est bien marquée en mai et la grande en octobre. Cette double périodicité des précipitations permet une double campagne de la riziculture à cycle court, la première allant de mars à juin et la seconde d'août à décembre. La moyenne annuelle des pluies est de 1880 mm et celle de la température est de 24,6°C. Le sol est un latosol dérivé des dépôts sableux éoliens du pliocène, appartenant à la série Y1 (Yangambi, km 17) de la classification de l'INEAC (3) dont le pH varie de 4 à 4,5.

Vingt variétés de riz *Oryza sativa* comprenant des nouvelles accessions ainsi que des variétés locales ont été évaluées. Il s'agit de 2 variétés de l'IRRI (Philippines), IR 3179-25-3-4 et BR-11; de 6 variétés de l'IRAT (Côte d'Ivoire), IRAT 2, IRAT 13, IRAT 103, IRAT 104, IRAT 105 et IRAT 106; de 2 variétés de l'ITA (Nigéria), ITA 117 et ITA 307 et de 10 variétés locales de l'INERA (Yangambi au Zaïre), C1-13-3, C2-3-1, C2-3-2, Ituri-Bambesa, Sokoni/1, Bakilikinda, Baluula 2, Imbolo 1, C4-1-1 et R66. La variété R66 était le témoin, car étant la plus répandue et reconnue comme étant susceptible à la pyriculariose à Yangambi (5).

Les engrais phosphaté et azoté ont été utilisés pour favoriser l'infection des variétés de riz testées (6). Il s'agit de diammonium phosphate à raison de 50 kg de P₂O₅/ha et de l'urée

* IFA Yangambi, B.P. 1232 - Kisangani, Zaïre.

** INERA Yangambi, BP 2015, Kisangani, Zaïre.

*** Institut Facultaire des Sciences Agronomiques, BP 28 Yangambi, Zaïre.

**** Section Science, Institut Pédagogique National, Kinshasa, Zaïre.

Reçu le 02.07.92 et accepté pour publication le 03.12.93.

à raison de 120 kg de N/ha, le premier appliqué comme engrais de fond (avant semis) tandis que le second épandu 15 jours après semis.

L'essai, planté au cours de la grande saison des pluies de 1986 a été répété pendant la petite saison des pluies de 1987. Pour sa réalisation, nous avons utilisé le "dispositif IRBN" établi par l'IRRI (6) avec 4 répétitions par essai. Cinq g de semences de chacune des variétés ont été semées densément dans chaque ligne test en randomisation complète. Afin de créer un microclimat propice à l'évolution de la maladie au sein des lignes tests, quatre lignes de bordure ont été semées avec R66 de chaque côté de la pépinière.

Les observations ont débuté au stade 2 (stade tallage) de la croissance du plant de riz (1,6). Elles ont chaque fois été décalées de sept jours. Afin d'évaluer le degré de résistance des variétés de riz étudiées, nous avons considéré la méthode qui consiste à utiliser l'échelle, de 0 à 9, recommandée par "International Rice Testing Program" (6).

Résultats et discussion

Les moyennes des observations du premier essai (1986) et du second essai (1987) ont été analysées statistiquement (4). Une cote (un chiffre arrondi en fonction de la moyenne) a finalement été attribuée à chaque variété et sa réaction en a été déduite. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 1.

Des résultats de l'essai réalisé en 1986, il ressort que seules 2 variétés locales, C1-13-3 et C2-3-1, sont résistantes à la pyriculariose à Yangambi; alors que 2 variétés de l'IRRI, IR 3179-25-3-4 et BR-11 ainsi que 2 variétés locales, C2-3-2 et Ituri-Bambesa présentent une réaction moyennement résistante. Toutes les autres variétés sont moyennement susceptibles.

Les résultats de l'essai 1987 présentent la même tendance que pour l'essai 1986. En effet, les différences observées entre les variétés traduisent les mêmes réactions à la pyriculariose pour les deux essais. Il n'y a donc pas eu de différence de réactions entre les deux saisons pluvieuses.

Les réactions de ces variétés à la pyriculariose peuvent être groupées en trois catégories différentes, à savoir réaction de faible susceptibilité (0-3), réaction intermédiaire (4-6) et réaction très susceptible (7-9). Il apparaît que parmi les 20 variétés de riz étudiées, 6 ont présenté une réaction de faible susceptibilité. Ce sont 4 variétés locales, C1-13-3, C2-3-1, C2-3-2 et Ituri-Bambesa et 2 variétés de l'IRRI, IR 3179-25-3-4 et BR-11. La réaction intermédiaire de l'IRAT 13, connue pour sa résistance quantitative dans d'autres pays (7), serait due aux effets du milieu. Par contre, le bon comportement manifesté par les variétés locales traduit leur adaptation au

TABEAU 1
Degré de résistance de 20 variétés de riz à la pyriculariose à Yangambi en 1986 et 1987.

Variétés	Essai 1986		Essai 1987		Réactions
	X	Cotes	X	Cotes	
IR 3179-25-3-4	2,8 ± 0,2	3	3,0 ± 0,3	3	MR
BR-11	3,0 ± 0,3	3	2,8 ± 0,3	3	MR
IRAT 2	5,3 ± 0,3	5	4,2 ± 0,3	4	MS
IRAT 13	5,0 ± 0,4	5	4,2 ± 0,4	4	MS
IRAT 103	5,9 ± 0,4	6	4,8 ± 0,2	5	MS
IRAT 104	4,0 ± 0,4	4	4,0 ± 0,4	4	MS
IRAT 105	4,8 ± 0,3	5	4,2 ± 0,2	4	MS
IRAT 106	4,4 ± 0,2	4	4,2 ± 0,3	4	MS
ITA 117	5,1 ± 0,2	5	4,1 ± 0,4	4	MS
ITA 307	4,0 ± 0,2	4	4,0 ± 0,3	4	MS
C1-13-3	1,0 ± 0,9	1	2,0 ± 0,4	2	R
C2-3-1	1,0 ± 0,9	1	2,0 ± 0,3	2	R
C2-3-2	3,2 ± 0,5	3	3,0 ± 0,3	3	MR
Ituri-Bambesa	2,9 ± 0,2	3	3,0 ± 0,2	3	MR
Sokoni/1	4,3 ± 0,4	4	4,0 ± 0,2	4	MS
Bakilikinda	5,1 ± 0,2	5	3,9 ± 0,5	4	MS
Baluula 2	4,8 ± 0,3	5	4,1 ± 0,5	4	MS
Imbolo 1	4,7 ± 0,3	5	3,9 ± 0,4	4	MS
C4-1-1	4,6 ± 0,5	5	3,9 ± 0,4	4	MS
R66	6,0 ± 0,7	6	4,2 ± 0,3	4	MS
CV (%)	10,8		9,1		
SE (±)	0,4		0,3		

* Les variétés sont différentes entre elles par leurs réactions respectives:

R = Résistante;

MR = Moyennement résistante;

MS = Moyennement susceptible;

X = Valeurs moyennes

milieu en général et aux races physiologiques de *Pyricularia oryzae* en particulier.

Conclusion

Le comportement des variétés de riz testées à Yangambi face aux attaques de *Pyricularia oryzae* est resté inchangé au cours de deux saisons de culture. Les variétés locales ont présenté une résistance satisfaisante à la maladie.

Ainsi donc, pour la promotion de la culture du riz au Zaïre mais surtout dans le milieu forestier comme Yangambi, ces variétés locales ne doivent pas être négligées au profit des variétés étrangères. Elles peuvent jouer un grand rôle si elles sont incluses dans un programme d'amélioration génétique comme source de résistance à la pyriculariose tout en tenant compte des autres caractéristiques agronomiques désirables pour une bonne variété de riz.

Remerciements

Nous tenons à remercier à la fois la direction du centre de recherche et le programme de recherche sur le riz de l'INERA Yangambi pour l'autorisation et l'encadrement dans la réalisation de cette étude.

Références bibliographiques

1. Autrique, A., 1981. Principaux ennemis des cultures de la Région des Grands Lacs d'Afrique Centrale. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi. AGCD, Bruxelles, p.96-97
2. Buyckx, E., 1962. Précis des maladies et des insectes nuisibles rencontrés sur les plantes cultivées au Congo-Belge, au Rwanda et au Burundi. Public. INEAC, Hors série, p.562-563.
3. Gilson, P. & Van Wambeke, A., 1956. Carte des sols et de végétation du Congo-Belge et du Rwanda-Urundi. 6: Yangambi, INEAC.
4. Gomez, K.A. & Gomez, A.A., 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research, IRRI, Manila, 2nd edition, 608 pp.
5. INERA, 1978. Rapports annuels 1976-1978.
6. IRRI, 1980. Standard evaluation system for rice. International rice testing program. Philippines. 2nd edition, P.10-14.
7. John, V.T., 1984. Les maladies du riz en Afrique. Document présenté lors du stage sur la riziculture destiné aux chercheurs et aux cadres de vulgarisation en Afrique tropicale, IITA, Ibadan, Nigéria, p.5-8.
8. Ou, S.H., 1972. Studies on stables resistance to rice blast disease. *In: The Rice breeding*. IRRI, p.227-236.

K.N. Mobambo, Zaïrois. Ingénieur agronome, Assistant à l'IFA Yangambi, Zaïre.

L. Baboy, Zaïrois. Ingénieur agronome, Chef du programme de recherche sur le riz à l'INERA Yangambi, Zaïre.

B. Ruhigwa, Zaïrois. Ingénieur agronome, Chef de Travaux à l'IFA Yangambi, Zaïre.

T. Loma, Zaïrois. Dr. Sc. agronomiques, Professeur à l'IPN Kinshasa et visiteur à l'IFA Yangambi, Zaïre.

47ste Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie

zal plaats vinden op dinsdag 9 mei 1995 in de lokalen van de Faculteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent (België).

Volgende onderwerpen zullen aan bod komen: Insecticiden, Nematologie, Toegepaste Bodemzoölogie, Semiochemicals. Fungiciden, Fytopathologie, Fytovirologie, Fylobacteriologie. Herbiciden, Herbologie, Plantengroei-regulatoren. Biologische en Geïntegreerde Bestrijding Residu's, Toxicologie, Formuleringen, Toepassingstechnieken

De samenvattingen van de mededelingen zullen aan de deelnemers beschikbaar gesteld worden in het Engels.

De voorgestelde mededelingen zullen gepubliceerd worden in de "Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent".

Alle briefwisseling dient gericht te worden aan:

Dr. Ir L. Tirry, Faculteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Coupure Links 653, B-9000 Gent (België) - Tel. 32(0) 9 264 61 52, Telefax 32(0) 9 264 62 39 of 264 62 49.

The 47th International Symposium on Crop Protection

will take place on May 9th 1995 at the Department of Crop Protection of the Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, University Ghent (Belgium).

The following topics will be treated: Insecticides, Nematology, Applied Soil Zoology, Semi-chemicals. Fungicides, Phytopathology, Phytovirology, Phytobacteriology. Herbicides, herbology, Plant Growth Regulators. Biological and Integrated Control. Residues, Toxicology, Formulations, Application Techniques.

The summaries of the papers will be made available to the participants in English.

The proceedings will be published in the "Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent".

All correspondance is to be sent to:

Le 47e Symposium International de Phytopharmacie et de Phytiatrie

se tiendra le mardi 9 mai 1995 dans les locaux de la Faculté des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées, Université Gand (Belgique).

Les sujets suivants sont traités: Insecticides, Nématologie, Pédologie, Semiochimique. Fongicides, Phytopathologie, Phytovirologie, Phytobactériologie. Herbicides, Herbologie, Régulateurs de croissance. Lutte Biologique et Intégrée. Résidus, Toxicologie, Formulations, Techniques d'application.

Le recueil des résumés des communications sera mis à la disposition des participants en anglais.

Les comptes-rendus seront publiés dans les "Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent".

Toute correspondance est à adresser à:

Cours International de BASIN

Construction économique et matériaux locaux

Grenoble, 7 juin - 16 juillet 1993

Historique

C'est l'importance des demandes d'information et de renseignements adressées au réseau BASIN (International Building Advisory Service and Information Network) qui a incité les partenaires du réseau de mettre en place un programme de formation sur la construction économique utilisant des matériaux locaux. Le réseau a considéré qu'un tel cours s'inscrivait dans les objectifs de la "Stratégie mondiale du logement jusqu'en l'an 2000", proclamée par l'Assemblée générale des Nations Unies en décembre 1988 afin de mobiliser, entre autres, de nouvelles perspectives de coopération nationale et internationale pour faciliter l'accès à un logement adéquat pour tous avant l'an 2000.

Objectifs

Organisé sous les auspices du Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains (CNUEH/Habitat) et l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), les objectifs de ce premier cours BASIN étaient de développer des stratégies et des instruments pour la promotion et l'utilisation de matériaux locaux dans les pays en développement, basés sur un échange continu d'information entre les participants et les intervenants.

Dans ce contexte le rôle que BASIN se donne est de "permettre" et de "faciliter" par les conseils et la formation la mobilisation des acteurs impliqués dans la production de logement et désireux de s'inscrire dans un processus de progrès. Les acteurs de ce cours étaient architectes, urbanistes, ingénieurs, décideurs et entrepreneurs avec au moins 5 ans d'expérience pratique dans leur domaine.

La demande et la participation

La réaction à la première annonce du cours a été spectaculaire. Plus de 150 demandes d'inscription ont été reçues. Après une première sélection sur diplôme ce chiffre retomba à 50 inscrits. Le cours prévu pour 20 participants n'a pu recevoir que 12 d'entre eux par manque de prise en charge financière, sous forme de bourses, malgré les contacts du réseau dans le monde entier avec de nombreuses organisations donatrices et divers bailleurs de fonds. Ceci est très décourageant, cependant considérant le manque évident de savoir-faire local concernant les technologies constructives appropriées dans la plupart des pays en développement en contact avec BASIN. Les membres du réseau ont largement puisé dans leurs propres ressources financières afin de préparer et conduire le cours. Tous les partenaires de BASIN se sont accordés sur le fait que cet investissement était nécessaire et en valait la peine.

Des douze participants cinq étaient architectes (dont un était également urbaniste), quatre ingénieurs, un ingénieur en matériaux de construction et un administrateur. Ils étaient originaires des pays suivants: Arabie-Saoudite, Belgique, Cameroun, Colombie, Kenya (2), Madagascar (2), Mexique,

Sierra Leone, Suisse et Tanzanie (2). Cette diversité d'origine confirme là aussi une réelle universalité de l'intérêt pour ces questions.

Organisation du cours

Le cours était divisé en six modules d'une semaine articulés autour d'une série d'activités comprenant conférences, travail de groupe, sessions plénières et démonstrations, conduits soit par un ou plusieurs intervenants, soit par un modérateur ou éventuellement par une combinaison des deux. Le cours repose sur une implication active des participants: les conférenciers fournissaient l'information sur un sujet précis, qui était ensuite analysée d'après les expériences de projets des participants et les conditions spécifiques d'application prévalant dans leur propre pays. Les participants ont été séparés en groupes de travail pour discuter et analyser certaines questions qui étaient ensuite présentées en session plénière.

Contenu du cours

Le premier module comprenait une session d'introduction visant à la compréhension des objectifs et de la méthodologie du cours, des activités et les problèmes des groupes professionnels impliqués dans la construction de l'habitat économique et la production des matériaux locaux, aussi bien que des considérations générales de conception de l'habitat économique et l'utilisation des matériaux locaux de construction. Les quatre modules techniques suivants abordaient les différents matériaux locaux, les techniques et les composants relatifs à leurs méthodes d'utilisation, leurs applications appropriées, leurs tendances et perspectives, ainsi que diverses études de cas. Les sujets suivants ont été traités: les technologies de la construction en terre, la construction des murs, les toitures, les ciments et les liants. Le sixième module a réuni participants, conférenciers et modérateurs pour définir des stratégies pour la promotion de la construction économique et l'industrie des matériaux locaux de construction.

Commentaires

Cette formation interactive était nouvelle pour la plupart des participants. Elle était basée sur une analyse des besoins et des attentes des participants conduite au début de chacune des quatre semaines à thème. Elle était également basée sur des études de cas de projets concrets introduites par les participants et en relation avec leur propre travail.

Durant la première et dernière semaine du cours les participants ont travaillé avec un modérateur. Les aspects et les critères importants liés à la construction économique utilisant des matériaux locaux ont été identifiés pour chaque pays re-

présenté. L'importance de ces facteurs et la possibilité pour les participants de les influencer ont été évaluées. Quatre facteurs ont émergé de cet exercice, tous en relation avec les technologies constructives appropriées et les ressources locales: la qualité; la production (équipement, etc...); la formation; le transfert de technologie et la diffusion. D'autres facteurs identifiés, tels que l'énergie, les critères architecturaux, l'environnement, le marché pour les matériaux locaux ont été jugés moins importants, les participants considérant avoir trop peu de possibilités de les influencer.

Après ces quatre semaines à thème au cours desquelles des projets aboutis et non aboutis ont été présentés par les différents partenaires du réseau, outre l'apport technique basé sur l'analyse des besoins des participants, ces derniers, grâce à l'identification répétée des facteurs importants possèdent désormais une approche des problèmes beaucoup plus réaliste. Ils ont exprimé leur détermination à influencer les facteurs par l'intermédiaire de leur projet respectif et y travaillent désormais.

Pendant la dernière semaine, les participants ont conçu différentes "boîtes à outils" appropriées qui contiennent les instruments adéquats pour les assister dans la prise de décision, telles que l'utilisation des matrices de planification, des méthodes, des checklists et une ligne de conduite pour résoudre les problèmes liés aux technologies appropriées.

Outre les "boîtes à outils" a été fourni aux participants un certain nombre de documents techniques édités par les différents partenaires BASIN, ainsi qu'un jeu complet de notes et de documents. Une telle concentration d'informations techniques sur ce sujet n'existe nulle part ailleurs.

A la fin de la formation une méthode d'évaluation a été enseignée aux participants, qui l'ont directement mise en pratique pour évaluer le cours.

Conclusions et recommandations

La rencontre de professionnels du monde entier a donné lieu à des échanges d'informations à plusieurs niveaux. Des personnalités du monde professionnel de la construction économique et les matériaux locaux ont été invités à la séance de clôture du cours. Ils ont félicité participants et organisateurs pour les résultats obtenus pendant les six semaines de collaboration intensive. Aussi, ils ont d'ores et déjà exprimé leur volonté de soutenir moralement et/ou financièrement les futures activités du réseau BASIN, et plus précisément le prochain cours sur la construction économique et les matériaux locaux.

L'analyse de la demande du début de chacune des quatre semaines à thème a conduit à un programme très flexible, adapté aux besoins des participants. Les partenaires de BASIN qui étaient personnellement impliqués en tant qu'intervenants dans le cours ont su au fur et à mesure ajuster les contenus de l'enseignement et développer une méthode d'enseignement très spécifique et adaptée, comprenant: des cours classiques, des présentations et analyses d'études de cas, des travaux de groupe, des sessions pratiques, des démonstrations, des visites et des sessions conduites par un modérateur.

A la fin du cours, une première évaluation a été faite par les participants ainsi que par les représentants de BASIN. Le résultat de ces deux évaluations a confirmé le besoin d'un cours de ce type. De plus elle a démontré que BASIN devrait développer et offrir différents cours sur une base régulière, tels que:

- des cours de 2 à 3 semaines sur ABT pour décideurs
- un cours de 5 à 6 semaines pour architectes, urbanistes, ingénieurs, entrepreneurs, ...
- un ensemble de cours intensifs sur des sujets spécifiques, tels que les briques et les tuiles en terre cuite, la production de chaux, la production de FCR/MCR, la production et l'utilisation des blocs de terre comprimée, etc...

Les participants du cours ont formé leur propre réseau pour garder le contact et créer un échange d'expérience. Le bulletin d'information de BASIN (BASIN News) sera utilisé en tant que véhicule d'information pour ce nouveau réseau.

Finalement, le terme ABT (pour "Appropriate Building Technology") a été créé pour ce cours par les participants comme un "parapluie". Il a été décidé d'utiliser ce terme pour de futurs cours du même genre.

Pour tout renseignement complémentaire sur cette formation ou tout autre sur la construction en terre, veuillez contacter:

CRATerre-EAG
Mme Marina Trappeniers
B.P. 2636
F-38036 GRENOBLE CEDEX 2
France

Téléphone: (33)76 40 66 25 - 73 40 14 39
Télécopie: (33)76 22 72 56
Télex: 308 658 F CRATERE

Rentabilité d'un biogaz de type chinois au Bénin.

A. Vorsters

Keywords: Biogas – Profitability – Benin.

Résumé

Un digesteur de type chinois de 20 m³ est alimenté par des jacinthes d'eau *Eichornia crassipes* et des fientes de porc. Le gaz produit a permis de supprimer les achats de bois pour la cuisine de la communauté concernée. L'effluent est utilisé pour le maraîchage.

Summary

A 20 m³ digester of Chinese type is fed by water hyacinth *Eichornia crassipes* and pig droppings. Enough gas is produced to cook three meals a day for 50 students, which means that wood is no more used. The effluent is used for vegetable cultivation.

Le recours au biogaz n'est plus une nouveauté. L'expérience montre aussi que, dans les villages africains, les femmes passent sans difficultés de la cuisson traditionnelle sur un feu constitué par trois pierres à la cuisson par la flamme du brûleur de biogaz. Cette technologie douce est donc vraiment adaptée, d'autant plus que le résidu de la digestion dans la cuve constitue un excellent fumier.

La rentabilité d'une installation de biogaz est toutefois mal connue en général par ceux qui sont concernés par les pratiques agricoles et le développement rural intégré. De nombreuses informations sont cependant disponibles dans la littérature. Il a paru utile de faire le point sur la production de biogaz réalisée au Bénin, près de Porto-Novo, pas loin de l'Océan.

Le projet Songhai est une initiative privée dont le but est de former des jeunes pour qu'ils puissent devenir des acteurs économiques dans le secteur agricole grâce à un développement harmonisé. Le Centre de Recherche et de Formation recouvre une superficie de 13 ha, occupés par les diverses productions possibles: cultures vivrières, cultures maraîchères, élevage de poules/poulets/cailles, élevage de porcs, élevage de lapins, pisciculture, mini-élevage (vers de terreau, escargots, cobayes, asticots, ...), épuration verte, biogaz. Les infrastructures abritent des dortoirs pour les stagiaires, des paillottes pour les cours théoriques, des hangars, un garage-atelier, une cantine avec cuisine et une cafetaria, ... ainsi que les locaux administratifs.

Après quelques difficultés initiales, l'installation de biogaz fonctionne convenablement ce qui explique qu'une troisième cuve a été installée et est en fonctionnement. Il s'agit toujours du modèle chinois caractérisé par une alimentation quotidienne compensée par une sortie équivalente d'effluent. L'essai de bilan économique a été établi pour un digesteur d'une capacité de 20 m³. Le substrat est composé de jacinthes d'eau *Eichornia crassipes* produites sur place en suffisance depuis mars 1993 par épuration verte et de fientes de porc. Les jacinthes sont hachées dans un compo-broyeur alimenté au gasoil (80 FCFA par litre) un compresseur à essence (70 FCFA par litre); travaillant deux heures par jour, permet de stocker le gaz produit. Il faut 2 heures de travail

par jour (15.000 FCFA par mois), avec un apport quotidien d'une brouette de fientes (valant 75 FCFA).

TABLEAU 1
Intrants en FCFA; 1993

Mois	Jacinthe	Fientes	Essence	Gasoil	Travail	Total
Janvier	2461	2287	1120	1200	3360	10428
Février	2698	1775	1120	960	3348	9851
Mars	0	2262	1190	1600	3360	8412
Avril	0	1612	1225	880	3360	7077

Le matériel installé est estimé au prix de revient ou au prix du marché dans le cas de matériel d'occasion. Il comprend le digesteur (250.000 FCFA amorti en dix ans, soit 2.083 FCFA/mois), le compresseur (60.000 FCFA en 10 ans soit 500 FCFA/mois) et la citerne métallique 500.000 FCFA en 40 ans soit 1041 FCFA/mois). Des sacs de stockage souples peuvent remplacer la citerne.

La production est représentée par l'effluent, valorisé à 5 FCFA par seau de 10 litres et utilisé quotidiennement pour les planches de maraîchage. En l'absence de données de référence et de compteur pour estimer la valeur du gaz produit, la production mensuelle totale a été valorisée au prix dépensé précédemment par la cantine pour les achats de bois de chauffage. Par l'amélioration des foyers, tout achat de bois a en effet été supprimé.

TABLEAU 2
Produits en FCFA; 1993

Mois	Effluent	Biogaz	Total
Janvier	1755	15.000	16.755
Février	1905	15.000	16.905
Mars	2400	15.000	17.400
Avril	1725	15.000	16.725

L'évaluation économique ainsi établie est évidemment approximative, mais il apparaît clairement que la rentabilité apparente est positive. La suppression des achats de jacinthes d'eau a permis de réduire les dépenses.

TABLEAU 3
Bilan mensuel en FCFA; 1993

Mois	Intrants	Amortiss.	Produits	Résultats
Janvier	10.428	3.624	16.755	2.703
Février	9.851	3.624	16.905	3.429
Mars	8.412	3.624	17.400	5.364
Avril	7.077	3.624	16.725	6.204

La production de biogaz au Centre Songhai est donc rentable. L'installation d'un système de biogaz se justifie là où on dispose de matériaux fermentescibles en quantités suffisantes (ferme importante, gros élevage, communautés de personnes, ...). La cuisine, qui prépare trois repas par jour pour 50 personnes, est totalement alimentée par le biogaz provenant d'un digesteur de 20 m³



Photos 1 et 2 :
1. Bac de mélange
2. Bac de changement
3. Digesteur avec couvercle
4. Bac à effluent

Après l'établissement de ces calculs, le projet Songhai a été sollicité ailleurs, pour y mettre en place des réalisations similaires.

Entretemps un autre digesteur, alimenté par les fientes de poules et/ou de cailles, ainsi que de salades du Nil *Pistia stratiotes*, a été installé et est branché sur la poussinière.

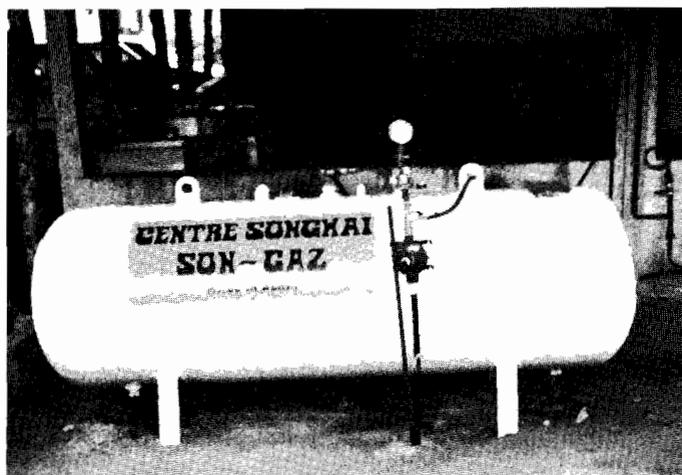
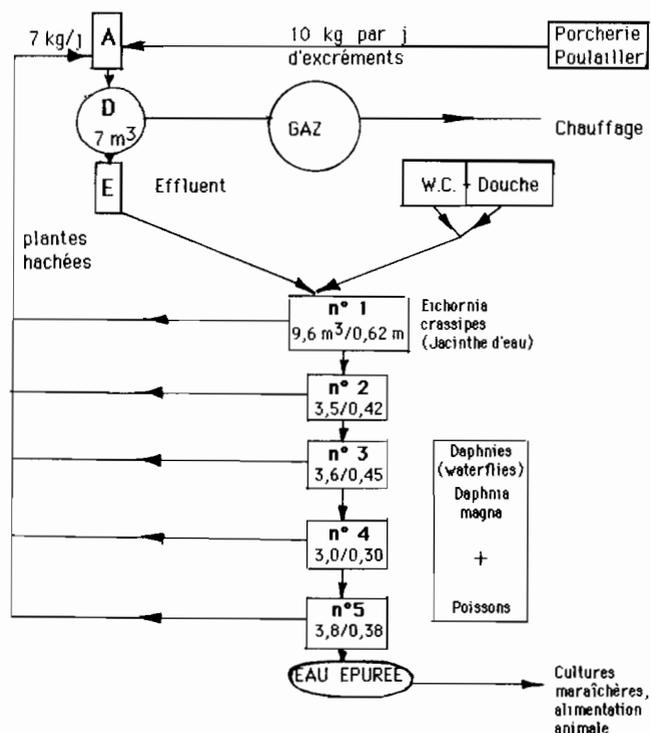


Photo 3 Citerne de stockage du biogaz



N° 2+3+4: *Pistia stratiotes* (Salade du Nil, water lettuce)
N° 5: *Azolla anabaena* + *Anabaena azollae*

Fig. 1 Purification de l'eau et biogaz - Songhai

A Vorsters, Beige, ingénieur chimiste et des industries agricoles V.U.B.

Situation de l'élevage des petits ruminants dans la région de Bafata, Guinée-Bissau

France Vernailien, Sylvie Demeester & J. Gomès

Keywords: Small Ruminants – Goats – Sheep – West Africa.

Résumé

Il y a peu de temps que l'élevage fait l'objet de recherches et de développement en Guinée-Bissau. L'élevage villageois des petits ruminants en particulier est décrit ci-dessous dans la province de l'Est, lieu d'action des auteurs. Sont exposées les difficultés générales ainsi que les perspectives d'avenir.

Summary

It is so a short time domestic animal's rearing development and research are considered in Guiné-Bissau. Here is described the peasant's rearing of small ruminants in the east of the country, where are working the authors. The general difficulties and the future's prospect are discussed.

1. Situation géographique et politique

La Guinée-Bissau, d'une superficie de 36.125 km², se trouve entre 11° et 12°5 de latitude Nord sur la côte occidentale de l'Afrique.



Elle est limitée au Nord par le Sénégal, au Sud et à l'Est par la Guinée-Conakry.

La zone côtière, très découpée, est très riche en mangroves. De nombreux fleuves ou rios viennent s'y jeter. A marée haute, l'eau marine emprunte leurs lits pour s'enfoncer jusqu'à 100 km à l'intérieur des terres, d'où les problèmes de salinisation des bas-fonds compromettant les rendements des rizières.

Le climat soudano-guinéen offre une saison pluvieuse d'environ quatre mois (fin mai-fin septembre). Les isohyètes moyens pour les cinq dernières années (1988-1992) s'étendent de 1100 mm à 1900 mm, du Nord au Sud du pays. Dans la région de l'Est qui nous occupe nous sommes sur

l'isohyète de 1.200 mm (réf. 1, données reçues de la Direction Générale du Service Météorologique National, Direction de la Climatologie).

Les ressources principales du pays proviennent du riz, de la noix de cajou, des arachides, mangues, ananas, bananes. Certains de ces produits sont en partie exportés en Europe, et en particulier au Portugal. Ces dernières années ont vu naître des "pontas", grandes exploitations agricoles appartenant à des propriétaires terriens (nationaux ou étrangers, surtout Portugais), ce qui pose parfois des problèmes avec les gens du cru.

La Guinée-Bissau fut occupée par les Portugais dès le 15ème siècle et la colonisation proprement dite s'est fort intensifiée à l'intérieur même du pays en 1926, lors de l'accès de Salazar au pouvoir au Portugal. Les Portugais, surtout intéressés par les comptoirs commerciaux, se sont peu consacrés à l'agriculture et à l'élevage.

La fin du régime fasciste portugais à accéléré le processus de décolonisation de la Guinée-Bissau: après une longue lutte, dirigée par Amilcar Cabral, l'indépendance fut déclarée en 1974. Depuis le régime fut d'inspiration socialiste et s'ouvre aujourd'hui à une certaine libéralisation et à des tentatives de démocratisation.

2. Population

Lors du dernier recensement de 1991 (2), la population totale a été estimée à près de 1.000.000 d'habitants (983.367 exactement) dont 20,1 % se trouvent à Bissau, capitale du pays mais aussi port fluvial et maritime.

Le restant de la population se répartit dans les provinces du Nord (37 %), du Sud (14,6 %), et de l'Est (28,3 %). Nous ne disposons pas de données récentes concernant la population des îles Bijagos.

TABEAU 1
Recensements cheptel RGB

Années	Bovins	Ovins	Caprins	Porcins	Volailles	Asins	Equins	Mules
1940(3)	147.654	90.889	122.551	78.198		2.008	162	
1980(4)	257.868	95.614	197.429	122.023	571.236	967	294	66
1986(5)	287.780	99.768	162.794	93.042	445.964	3.332	1.029	28
Pr.Est	210.416	76.160	97.002	5.868	211.748	2.824	705	
Pr.Nord	64.968	20.423	52.284	63.596	165.407	487	324	28
Pr.Sud	11.076	1.414	9.980	12.176	49.680	21		
Bissau	1.320	1.771	3.528	11.402	19.129			

La population est constituée de plusieurs ethnies:

les Fulas et les Mandingues (dans l'Est et l'Ohio), islamisés, pratiquant l'élevage de bétail (bovins, ovins et caprins) et les cultures de patates douces, maïs, millet, sorgho, arachides.

Les Balantes (dans le Sud et au Nord), animistes et surtout cultivateurs de riz, élèvent généralement des porcs et des chèvres.

D'autres ethnies animistes occupent des régions assez bien définies: les Manjaques (région de Cacheu) et les Manquagnes (région de Cacheu et à Bolama), les Pepels (au Nord, particulièrement à Biombo et Quinhamel), les Fulupes ...

3. Cheptel

Le tableau 1 reprend les résultats de différentes estimations et recensements réalisés depuis 1940.

Les différentes espèces animales ne sont pas réparties de manière homogène sur l'ensemble du territoire. Ces variations sont dues aux traditions d'élevage différentes selon les ethnies, aux coutumes religieuses, à l'extension des surfaces cultivées (obligation constante de défricher d'autres terres vu l'appauvrissement du sol) et à la pression glossinaire: même l'élevage de bétail trypano-tolérant est rendu difficile aux littoraux Nord et Sud.

La province de l'Est, moins infestée par les glossines se prête mieux à l'élevage: elle abrite 73% des bovins, 76% des ovins, 59% des caprins. Sa charge animale en ruminants est donc la plus élevée du pays. Elle est constituée de savanes arborées, d'ailleurs de plus en plus arbustives, vu les feux de brousse anarchiques dévastant la région durant toute la saison sèche. Ces feux, incontrôlés par les autorités sont provoqués pour diverses raisons: pour obtenir de nouvelles pousses pour les pâturages en fin de saison sèche, pour faciliter le travail des charbonniers et des chasseurs, "accidents" lors de la recherche de miel ou de vin de palme, lors de la cuisson des noix de cajou. Cette situation est extrêmement préoccupante. D'année en année, on voit se désertifier des paysages richement arborés précédemment.

3.1. Elevage villageois de petits ruminants dans la région de Bafata (Province de l'Est)

Enquête

Au cours de l'année 1991, une enquête a été menée dans une dizaine de villages fulas et mandingues. Des informations ont été recueillies concernant les espèces animales élevées, les techniques d'élevage, les obstacles et problèmes rencontrés par les éleveurs etc.. Ensuite, à partir du mois de janvier 1992, nous avons réalisé un suivi mensuel des trou-

peaux familiaux pour les personnes le désirant, moyennant une modique contribution financière pour les actions sanitaires de base (vaccinations, vermifugations...): identification des animaux par boucles auriculaires, pesées, récoltes des données concernant les mises-bas, les mortalités, les pathologies, les ventes, les abattages, les consommations. Ces données sont introduites sur logiciel et les premiers résultats seront disponibles fin 1993.

Ce travail est financé par le Fonds Européen de Développement, et réalisé avec l'assistance technique de Solidarité Socialiste. Ces deux organisations soutiennent la publication du présent article.

Situation générale

L'élevage des petits ruminants en Guinée-Bissau, comme dans bien d'autres pays africains, suscite moins de considération que celui des bovins. Il s'agit en fait d'un élevage-cueillette ou élevage-tirelire dans lequel on prélève quand on en a besoin: abattage pour cérémonie, vente lors d'un besoin ponctuel d'argent. Cette situation peut en partie s'expliquer par l'absence d'encadrement sanitaire et zootechmique: sans conseil et sans possibilité même d'acheter des médicaments pour soigner ses animaux, l'éleveur voit régulièrement mourir une partie de son troupeau sans alternative possible. Il n'est pas étonnant qu'ensuite il s'en désintéresse et devienne fataliste.

Heureusement, vient de voir le jour le projet PARC ("Panafrique Rinderpest Control"), qui par l'installation de pharmacies vétérinaires commercialisant des produits vétérinaires essentiels, devrait répondre d'ici peu, à la demande des éleveurs.

Elevage au sein de la moransa

Les villages étudiés sont constitués de plusieurs "moransas" ou familles comportant chacune une ou plusieurs cases se centrant autour d'un "fugão" ou cuisine, lieu communautaire. Les habitants de chaque moransa se reconnaissent un chef ou "homo grande", généralement consulté avant toute décision, notamment celle de vendre ou d'abattre des animaux. Généralement, chaque moransa détient quelques petits ruminants.

Le tableau 2 donne le nombre de chèvres et de moutons par moransa pour 9 villages lors d'une de nos dernières visites aux mois d'avril et mai 93. Ne sont mentionnés biensûr que les éleveurs chez qui nous faisons le suivi de troupeau. Les villages marqués d'un astérisque sont situés le long de l'axe routier Bambadinca-Bafata et comportent peu ou pas de moutons car ceux-ci se faisant souvent écraser, les gens en abandonnent l'élevage ou confient leurs moutons à de la famille en brousse. Les chèvres, plus malignes, sont moins

TABLEAU 2
Éleveurs-espèces

Djada	Cangalem *	Biana	Aguira	Sare Meta *	El Hadj Umaro *	Fa'Mandinga	Tamtarn Cosse	Samba daba
Éleveurs 10	Éleveurs 5	Éleveurs 1	Éleveurs 4	Éleveurs 6	Éleveurs 6	Éleveurs 2	Éleveurs 10	Éleveurs 3
Caprins 59	Caprins 60	Caprins 27	Caprins 67	Caprins 36	Caprins 37	Caprins 5	Caprins 39	Caprins 28
Éleveurs 4		Éleveurs 1	Éleveurs 3			Éleveurs 2	Éleveurs 6	Éleveurs 1
Ovins 51		Ovins 22	Ovins 48			Ovins 11	Ovins 21	Ovins 17
Éleveurs mixtes 2		Éleveurs mixtes 1	Éleveurs mixtes 2			Éleveurs mixtes 0	Éleveurs mixtes 4	Éleveurs mixtes 1

* villages en bord de route.

victimes de la route. Pour le village de El Hadj Umaro, les moutons accompagnent presque tout le temps les bovins aux pâturages et ne sont donc pas recensés dans le tableau.

Nous pouvons constater que le nombre global de chèvres est généralement plus élevé que celui des moutons. Plusieurs raisons expliquent ce fait: la brebis Djallonké est moins prolifique que la chèvre "naine guinéenne", un des éléments entraînant un prix d'achat plus élevé pour une brebis que pour une chèvre. L'élevage de chèvres semble aussi plus facile: laissées à elles-mêmes en saison sèche, elles parviennent, grâce à leur comportement alimentaire (broutage d'arbustes) et à leur grande mobilité, à se constituer une ration d'entretien plus ou moins satisfaisante et à garder un bon état d'embonpoint. (Ce n'est malheureusement plus le cas en saison pluvieuse, voir "gardiennage en fonction de la saison"). Nous pouvons remarquer cependant que souvent les éleveurs sont propriétaires soit de moutons soit de chèvres. Ceux qui possèdent les deux espèces sont une minorité. Notons encore que ceux qui ont les moutons ont souvent également des vaches. Ce n'est pas le cas pour ceux qui ont des chèvres. Les Fulas et Mandingues Bissau-Guinéens de cette région se sont fort sédentarisés et dans chaque village il n'y a bien souvent plus que un ou deux éleveurs de bovins possédant un nombre considérable de têtes (50 à 400 têtes). Ceux qui n'ont qu'une ou deux vaches les font garder par ces gros éleveurs moyennant paiement en nature (le deuxième veau revient au bouvier par ex.).

Gardiennage en fonction de la saison

La région où nous travaillons offrant encore suffisamment de pâturages alentours, les bovins et ovins peuvent ne transhumier que tardivement dans la saison sèche et à courte distance.

Si le propriétaire de moutons possède également des vaches, les moutons accompagnent celles-ci dans leurs déplacements tout au long de l'année. Les chèvres restent au village.

En saison sèche, chèvres et moutons divaguent autour du village sans problèmes. Les potagers abritant quelques plants de tomates sont protégés par des barrières de bambous tressés ou un entrelacement de branches et de tiges de mil ou de maïs. Les derniers plants de patates douces ne souffrent pas trop d'être broutés tardivement. Les animaux pâturent à loisir jusqu'au coucher du soleil. Par contre en saison des pluies, les petits ruminants sont maintenus enfermés parfois jusqu'à deux heures de l'après-midi avant d'être soit libérés, soit encore attachés au piquet. Ceci principalement pour protéger les cultures mais également pour éviter que les animaux ne tombent malades en avalant, selon les éleveurs, un crapaud toxique. Ajoutons que s'il pleut l'après-midi après le lâcher des animaux, les chèvres, dé-

testant être mouillées, rentrent spontanément dans leur case, ce qui réduit ces jours-là, leur temps de pâturage à deux ou trois heures. Les résidus de culture (fanés d'arachide, ...) préférentiellement distribués aux ânes ou aux vaches, ne compensent pas ce bilan alimentaire d'autant plus négatif si la chèvre ou la brebis est gestante ou allaitante. Les éleveurs ne constituent pas de réserve de foin d'arachide comme cela peut se voir près de la frontière sénégalaise. Enfin les sons de riz et de maïs, plutôt que d'être distribués aux petits ruminants sont souvent échangés contre du sel avec les Balantes, pour l'alimentation des porcs.

La nuit, les petits ruminants sont soit maintenus séparément dans la "béranda", enceinte couverte de la case du propriétaire, soit logés dans une petite case séparée dépourvue de fenêtres et donc d'aération. Les animaux se couchent sur le sol, sans paille ce qui entraîne fréquemment des refroidissements. Il arrive cependant qu'un plancher surélevé en aubier (récupérés d'une scierie) ou bambous permette aux animaux d'être isolés du sol. Les excréments ne sont pas systématiquement récoltés et avec le temps, sans apport de paille, se tassent en croûte sur le sol.

Pathologies des petits ruminants.

Les petits ruminants, en Guinée-Bissau, n'ont pas fait l'objet, jusqu'à présent, de recherches systématiques. Si aujourd'hui, comme dans d'autres pays africains, chèvres et moutons sont davantage considérés, le vétérinaire exerçant en RGB se heurte à de nombreux obstacles l'empêchant bien souvent d'aboutir à un diagnostic confirmé par le laboratoire vétérinaire de Bissau: problèmes de transport, véhicule ou gazoil non disponibles, routes non entretenues d'où longueur des trajets à température élevée sans bac frigorifique, coupures fréquentes et durables d'électricité au laboratoire d'où les conséquences sur les chaînes de froid et autres appareils, laboratoires non équipés. Cette situation est extrêmement décourageante pour les agents sanitaires.

Aucune campagne de vaccination des petits ruminants n'est appliquée dans ce pays.

A plusieurs reprises, nous avons examiné des chèvres souffrant de symptômes et de lésions de peste de petits ruminants dans des villages subissant près de 100% de mortalité des chèvres, les moutons résistant beaucoup mieux.

Un projet financé par la banque mondiale (Projet PASA) a dernièrement conclu un rapport concernant les maladies du bétail en RGB. Des anticorps anti- peste des petits ruminants ont été trouvés dans des pools de sérums de moutons et de vaches. Malheureusement l'échantillon d'animaux étudiés n'est guère représentatif de la population de petits ruminants dans les provinces étudiées. C'est pourquoi, nous avons prévu, pour le dernier trimestre de cette année, de réaliser

TABLEAU 3
Pathologies rencontrées

	Resp.	Diarrhée	Génit.fem.	Mam.	Génit.mâle	Conj.	Gale	Echtyma	Boiterie	TOTAUX
chèvres	66	10	20	1	5	60	14	35	2	213
%	31,0%	4,7%	9,4%	0,5%	2,3%	28,2%	6,6%	16,4%	0,9%	100,0%
moutons	38	0	0	0	1	7	19	9	9	83
%	45,8%	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%	8,4%	22,9%	10,8%	10,8%	100,0%

des prélèvements de sang de petits ruminants (en majorité de moutons) dans la région de Bafata, et de les faire analyser par le laboratoire national de Dakar, afin de faire les analyses sérologiques concernant cette maladie.

Lorsqu'un animal est malade il est généralement égorgé par le propriétaire et la viande est consommée. Les petits ruminants ne bénéficient pas, contrairement aux bovins, de traitements préventifs traditionnels: décoctions salées d'écorce de *Kaya Sénégalensis* ("Bisilon"), reconstituant et vermifuge dispensé deux ou trois fois par an. Les chèvres et brebis reçoivent tout au plus un peu de son salé après la mise-bas.

Dans le tableau 3, nous avons relevé les cas pathologiques rencontrés pendant plusieurs mois dans 6 villages étudiés (16 mois à Djada, 14 mois à Cangalem, 15 mois à Biana, 8 mois à Aguir, 10 mois à Sare-Meta, 9 mois à El Hadj Umaro). Nous les avons groupés en affections respiratoires, diarrhée, affections génitales femelle et mâle, affection mammaire, kérato-conjonctivite, gale, d'echtyma contagieux et boiterie.

Nous pouvons remarquer que les symptômes de pathologie respiratoire sont les plus fréquemment relevés: 30% pour les chèvres et 45% pour les moutons.

Les kérato-conjonctivites et les lésions d'echtyma contagieux affectent davantage les chèvres (en général de moins d'un an) que les moutons.

Les lésions de gale et les boiteries sont plus fréquentes chez les moutons. Cette espèce présente souvent des onglons à croissance et usure défectueuses. Les éleveurs, bien que connaissant la manière de les entretenir avec un couteau et une planche en bois, ne le font pas.

Conclusions

Depuis l'accession à l'indépendance, la Guinée-Bissau n'avait pas, jusqu'à présent beaucoup investi dans le développement de son élevage. On peut dire que la chance lui a souri car les derniers cas déclarés de peste bovine datent de 1967. Les seules campagnes de vaccination plus ou moins régulières concernaient les charbons symptomatique et bactérien administrés presque exclusivement aux bovins. Les petits ruminants ne faisaient l'objet d'aucune prophylaxie particulière. A part un élevage commercial de porcs et de poules pondeuses (société Suinave) à Bissau, ces deux espèces n'étaient pas encadrées non plus.

Depuis deux ans sont apparus quelques projets s'occupant partiellement ou totalement d'élevage. Pour exemple, le projet d'élevage de petits ruminants de Fa'Mandinga (financé par le FED et exécuté par le F.C.D., Ong belge), dont cette publication fait l'objet, le projet PADIB (Projecto de Apoio ao Desenvolvimento Integrado de Boé), le Depa-Irfed à Contubuel, la station de Bissorã (projet PASA). Ceci démontre une intention soutenue des autorités de se consacrer au développement de l'élevage. Les activités du projet PARC (Panafican Rinderpest Control) qui viennent de débiter sont un grand encouragement: le lancement d'équipes sanitaires structurées, par le biais de la prophylaxie, permet d'entrer en contact avec les éleveurs, d'en connaître leurs attentes, d'être rapidement au courant des problèmes éventuels. Enfin, l'instauration de pharmacies vétérinaires donnant accès aux médicaments vétérinaires essentiels constitue, avec les mesures précédentes une garantie de pérennité des actions des autres projets de développement de l'élevage.

Bibliographie consultée

1. Direcção de climatologia. Direcção geral do serviço meteorológico nacional. 1992. Dados pluviométricos.
2. Instituto Nacional de Estatística e Censos. Recenseamento geral da população e habitação 1991. Resultados preliminares província leste. Agosto 1992- República da Guinée-Bissau, Secretaria de estado do Plano
3. Nota sobre a pecuária da Guiné portuguesa. Boletim cultural da Guiné Portuguesa, 1950, vol.5. n°17. pp 38-51
4. Chardonnet, P., 1980. Approche de l'élevage et de la pathologie bovine en Guinée-Bissau zone Est.
5. Ministério do Desenvolvimento rural e pescas. Direcção-Geral dos Serviços Pecuários. Boletim Pecuário Bissau Ano 3 Vol.3 n°3 Janeiro 1987
6. Projecto Pasa-Pecuária. Gaptec. 1° Estudo sócio-económico e de sanidade animal. 2° relatório de progresso-julho de 1992

France Vernailen, Belge. Dr en Médecine vétérinaire, Vétérinaire.

Sylvie Demeester, Belge. Ir. agronome, Gestionnaire de projet aux Fonds de Coopération au Développement.

J. Gomès, Bissau-Guinéen. Zootechnicien, Directeur national du projet.

Nouveaux critères pour juger de l'efficacité d'un fourneau à la combustion du charbon de bois.

M. Ndayisenga*, G. Croiset** & Y Cordier*

Keywords: Water boil test – Stove – Combustion efficiency – Cooking test – Boiling time – Combustion rate – Charcoal.

Résumé

L'efficacité du test d'ébullition de l'eau pour le choix du fourneau le plus économique en combustion est évaluée sur base de quatre fourneaux de cuisine. En plus de l'énergie de chauffage et de maintien de l'eau à l'ébullition (P.C.U.) généralement considérée comme critère de choix, d'autres critères tels que le temps d'ébullition et le taux de combustion ont été retenus pour indicateurs d'efficacité. Curieusement, il est apparu que le fourneau qui maintient l'eau le plus longtemps à l'ébullition avec le plus faible taux de combustion ne valorise pas l'énergie du combustible de façon efficace si l'on s'en tient au P.C.U. comme seul critère d'efficacité. Le test de cuisson a permis d'expliquer cette apparente contradiction: la fraction énergétique non comptabilisée dans le calcul du P.C.U. n'est pas réellement perdue. Le faible taux de combustion associé au temps d'ébullition important se révèlent les meilleurs indicateurs d'efficacité des fourneaux à la combustion. Le test d'ébullition de l'eau ne permet donc pas à lui seul d'identifier les fourneaux les plus adaptés économiquement. Le recours au test de cuisson reste incontournable.

Summary

The water boil test efficiency for choosing the most economic stove in combustion is estimated on the basis of four stoves. In addition to the heating and boiling energy usually considered as selection criterion, other criteria such as the boiling time and the combustion rate have been taken to indicate efficiency. Strangely, it appeared that the stove which maintains water at its boiling point for a long time and has the lowest combustion rate doesn't valorize fuel energy efficiently if you only keep to the heating and boiling energy. The cooking test made it possible to explain that apparent contradiction: the fuel energy fraction which doesn't enter in the calculation of the heating and boiling energy isn't really lost. A low combustion rate associated with a long boiling time proved to be the best criteria of choosing the most economic stove in fuel. Therefore, the only water boil test doesn't make it possible to identify the most economically efficient stove. Resorting to the cooking test is compelling.

1. Introduction

Le bois constitue encore aujourd'hui la principale forme d'énergie rencontrée aussi bien au Burundi que dans la plupart des pays en voie de développement (3). Il existe deux grandes formes d'utilisation du bois-énergie au Burundi (1). Le bois de chauffage est de loin la forme la plus utilisée. Il est exploité par les ménages ruraux en foyers de type "trois pierres". Le charbon de bois est une autre forme du bois-énergie qui est plutôt exploité par les ménages urbains en fourneaux conçus et spécialisés à sa combustion. Cette dernière forme d'utilisation est le résultat de la carbonisation du bois dans des meules de carbonisation traditionnelles ou améliorées. La transformation du bois en charbon de bois lui confère un pouvoir calorifique volumique très élevé. Le charbon de bois devient alors un combustible de qualité qui nécessite un usage rationnel. Ainsi, les ménages urbains doivent-ils chercher à maximiser l'efficacité de la combustion en n'utilisant que des fourneaux de cuisine qui économisent le plus de combustible. Dès lors, une question très importante est posée: Comment évaluer les performances de ce type de fourneau? De Lepeleire et al. ont essayé d'y répondre en recourant au test d'ébullition de l'eau (4). Dans ce test, on simule une cuisson réelle en laboratoire. La nour-

riture est alors représentée par l'eau. Le pourcentage de chaleur utilisé (P.C.U.) réellement par cette dernière sert de référence dans le choix du fourneau. L'objectif étant de cuire un aliment avec un minimum de combustible, cette référence est discutable et la prise en considération d'autres critères se veut alors impérative. En outre, la cuisson proprement dite serait probablement plus habilitée à répondre à la question.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

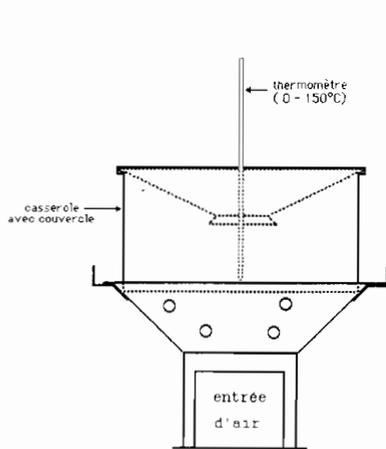
L'expérience a porté sur deux principaux modèles de fourneaux domestiques rencontrés sur le marché au Burundi et au Rwanda. Il s'agit respectivement du traditionnel et de l'amélioré burundais et rwandais. Les quatre modèles sont illustrés par les figures 1, a, b, c & d.

Les modèles dits améliorés possèdent une portière réglable qu'on peut maintenir ouverte ou fermée pendant une partie ou la totalité de l'expérience. Lors des expériences, ces modèles ont alors connu une double manipulation. La première

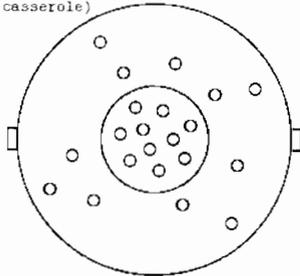
* Université du Burundi, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Technologie, B.P. 2940 Bujumbura - Burundi.

** Ministère de l'Énergie et des Mines. Direction Générale de l'Énergie. Projet Action Thématique Bois de Feu, Bujumbura-Burundi.

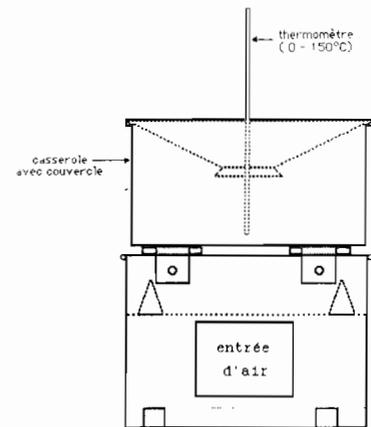
Figure 1: Représentation schématique des fourneaux employés.



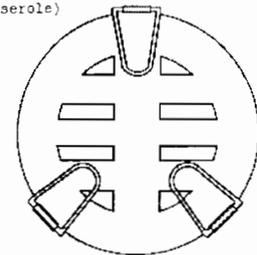
vue de haut (sans casserole)



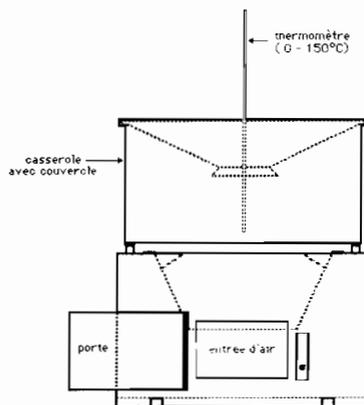
a. Dispositif expérimental avec le fourneau traditionnel burundais



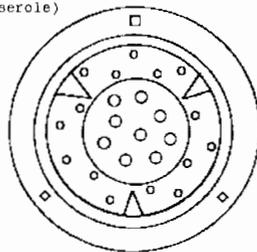
vue de haut (sans casserole)



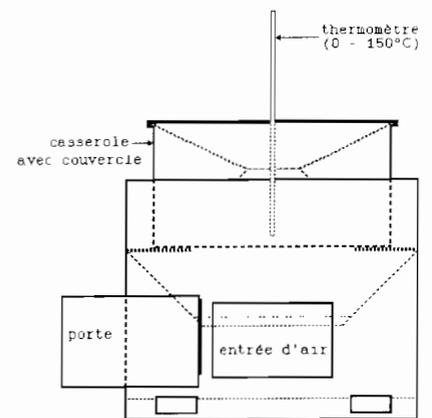
c. Dispositif expérimental avec le fourneau traditionnel rwandais



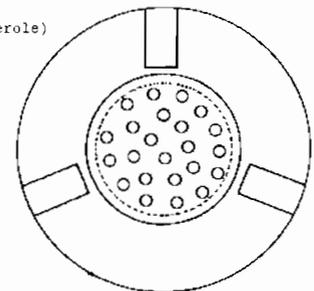
vue de haut (sans casserole)



b. Dispositif expérimental avec le fourneau ziganya amakara (amélioré burundais)



vue de haut (sans casserole)



d. Dispositif expérimental avec le fourneau rondereza (amélioré rwandais)

re consistait à maintenir la portière ouverte tout au long de l'essai alors que celle-ci était directement fermée aussitôt après l'ébullition de l'eau dans la deuxième manipulation. Ces modèles sont constitués d'une double paroi: la paroi interne aménagée en un réservoir de combustible ou chambre de combustion et la paroi externe enveloppant le réservoir et comportant la portière. La chambre de combustion est mobile et peut être enlevée pour chargement ou nettoyage.

Les modèles traditionnels possèdent quant à eux une portière qui n'est pas réglable et qui reste alors toujours maintenue naturellement ouverte. Ils sont constitués en une seule paroi formant à la fois la chambre de combustion et l'enveloppe extérieure.

2.2. Méthodes

La méthode de travail est le 'test d'ébullition de l'eau'. Cependant, pour plus d'objectivité, des essais complémentaires de cuisson ont été réalisés à l'aide de quelques fourneaux. Les étapes sont identiques dans les deux approches et se succèdent comme suit:

- 1) Peser 400 g de charbon de bois dont l'humidité est préalablement déterminée et les introduire dans la chambre de combustion du fourneau à tester.
- 2) Imbiber le combustible avec 50 ml de pétrole, l'allumer et laisser brûler pendant 3 minutes.
- 3) Placer sur le fourneau une casserole remplie aux 2/3 d'eau dont la température est connue et fermer avec un couvercle muni d'un thermomètre plongeant au milieu de l'eau jusqu'à 1 cm du fond de la casserole.
- 4) Mettre directement le chronomètre en marche et noter:
 - a) la température de l'eau toutes les 5 minutes jusqu'à son ébullition et de la fin de l'ébullition jusqu'à ce qu'elle atteigne 50°C
 - b) le temps au début de l'ébullition
 - c) le temps à la fin de l'ébullition
- 5) Arrêter l'expérience et peser la quantité d'eau restant dans la casserole, les imbrûlés et les cendres.

Chaque expérience a fait l'objet de trois répétitions.

2.3. Définitions des termes employés

Les paramètres qui ont retenu l'attention dans notre approche sont le pourcentage de chaleur utilisé ou P.C.U., le temps d'ébullition et le taux de combustion.

2.3.1. Le pourcentage de chaleur utilisé ou P.C.U.

Dans le domaine de la combustion, on entend par P.C.U. la fraction énergétique du combustible qui sert réellement à la cuisson. En d'autres termes, il s'agit de la quantité d'énergie dégagée par le combustible qui sert à chauffer et maintenir l'eau à l'ébullition. La part de l'énergie restant de ce combustible est dissipée à l'extérieur et sert plutôt au chauffage de la casserole, du fourneau et de l'air environnant.

Concrètement, d'après cette définition, plus le P.C.U. dans un fourneau est élevé, plus celui-ci valorise l'énergie du combustible utilisé.

La valeur du P.C.U. s'obtient de la manière suivante:

$$\text{P.C.U. (\%)} = 100 \times (\text{cch} + \text{céb})/\text{Ecc}$$

Où: * cch(kJ) représente la quantité de chaleur nécessaire pour porter l'eau à l'ébullition, soit $4,18 \text{ kJ/}^\circ\text{C} \cdot \text{kg} \times (\text{téb} - \text{ti}) \times \text{poids initial de l'eau (kg)}$ avec téb comme température d'ébullition et ti la température initiale de l'eau en $^\circ\text{C}$ et $4,18 \text{ kJ/}^\circ\text{C} \cdot \text{kg}$ la chaleur spécifique de l'eau (5).

* céb(kJ) représente la quantité de chaleur nécessaire pour l'ébullition, soit $2253 \text{ kJ/kg} \times \text{eau évaporée (kg)}$ avec 2253 kJ/kg comme chaleur latente de vaporisation de l'eau (5).

* Ecc(kJ) représente la quantité d'énergie fournie par le combustible réellement consommé, soit $\text{cc} \times (\text{PClO} \times (100 - \text{MMI}) / (100 + \text{H}) - (2,5 \times \text{H}) / (100 + \text{H}))$ avec cc comme le combustible consommé, PClO le pouvoir calorifique inférieur du combustible anhydre (environ 30 MJ/kg pour le charbon de bois), MMI la teneur en matière minérale du combustible et H la teneur en eau en pourcentage du combustible anhydre (2).

Ce paramètre a longtemps été considéré comme critère de choix des meilleurs fourneaux. Cependant, cette approche néglige totalement l'éventuel impact de la fraction énergétique soi-disant dissipée à l'extérieur.

2.3.2. Le temps d'ébullition

Dans le test d'ébullition de l'eau, le temps d'ébullition est l'intervalle de temps enregistré entre le début et la fin de l'ébullition. Pendant ce temps, la température de l'eau ne varie pas et reste maintenue à 97°C . En effet, la température d'ébullition est fonction de l'altitude; ce qui se traduit par la formule suivante:

$$\text{Tb} = (100 - \text{H}/300)^\circ\text{C} \quad (4)$$

Où: * Tb est la température d'ébullition
* H l'altitude du lieu en mètres

Comme l'expérience s'est déroulée à Bujumbura où l'altitude est de 900 mètres environ, la température d'ébullition devient alors 97°C .

On pourrait considérer le temps d'ébullition comme la phase la plus importante dans la cuisson d'un aliment. En d'autres termes, plus cette phase consomme de combustible, moins le fourneau est efficace.

Donc, lorsque plusieurs fourneaux sont employés dans la cuisson d'un même aliment avec une même quantité d'un même combustible, le fourneau qui maintient l'ébullition le plus longtemps est indubitablement le plus économique en combustible.

2.3.3. Le taux de combustion

Le taux de combustion d'un fourneau est la quantité de combustible qu'il consomme par unité de temps. Dans la présente étude, cette consommation a été calculée sur base du temps écoulé entre la mise à feu du combustible et la fin de l'ébullition de l'eau. En effet, après l'ébullition, le pouvoir incandescent du combustible est affaibli et l'eau voit sa température diminuer progressivement.

Ainsi, le taux de combustion (Tc) s'exprime par la formule:

$$\text{Tc} = \text{Combustible sec consommé (CSC)} / \text{Temps à la fin de l'ébullition}$$

Où $CSC = \frac{Pic}{(1 + Hc/100)} - Pimb (1 + Himb/100)$

Avec: * Pic comme le poids initial du combustible
* Pimb, le poids des imbrûlés
* Hc, l'humidité du combustible
* Himb, l'humidité des imbrûlés

Donc, un fourneau qui a un taux de combustion faible consomme moins de combustible par unité de temps et est par conséquent plus économique.

3. Résultats et discussions

3.1. Test d'ébullition de l'eau

Les essais portent sur les six modèles de fonctionnement qui sont offerts par les quatre types de fourneaux présentés plus haut. Les résultats obtenus sont résumés au tableau 1.

TABLEAU 1
Caractéristiques moyennes des modèles de fonctionnement de fourneaux étudiés

Paramètre analysé	Modèle	Moyenne	Ecart-type	Coef. de variation(%)
1. P.C.U. (%)	T.BU	33,633	0,53	1,58
	T.RW	30,567	0,68	2,22
	A.BO	38,700	2,06	5,32
	A.BF	26,933	1,19	4,42
	A.RO	36,900	0,65	1,76
	A.RF	39,067	0,81	2,06
2. Temps d'ébullition (min)	T.BU	59,667	5,19	8,69
	T.RW	46,333	2,87	6,19
	A.BO	71,500	4,95	6,92
	A.BF	121,500	10,27	8,45
	A.RO	53,767	5,05	9,39
	A.RF	69,133	2,10	3,04
3. Taux de combustion (g/min)	T.BU	3,450	0,22	6,27
	T.RW	4,607	0,15	3,28
	A.BO	3,650	0,10	2,72
	A.BF	2,053	0,12	5,63
	A.RO	5,167	0,53	10,30
	A.RF	4,000	0,10	2,56

Signification des sigles:

T.BU: traditionnel burundais - T.RW: traditionnel rwandais

A.BO: amélioré burundais ouvert - A.BF: amélioré burundais fermé

A.RO: amélioré rwandais ouvert - A.RF: amélioré rwandais fermé

Les figures qui suivent illustrent ces résultats.

L'analyse de la variance a révélé des différences très hautement significatives entre les six modèles de fonctionnement de fourneaux au niveau des trois paramètres étudiés. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% a permis de dégager ces différences (tableau 2).

Il apparaît que le modèle amélioré burundais employé portière fermée après ébullition se démarque largement des autres. En effet, ce modèle maintient l'eau à l'ébullition beaucoup plus longtemps que les autres. En outre, il consomme le moins de combustible par unité de temps. Cependant, force est de constater que le même modèle valorise le moins l'énergie du combustible étant donné la faible valeur du P.C.U. Comment expliquer alors cette contradiction? L'énergie utile pour porter et maintenir l'eau à l'ébullition est faible pour le modèle en question essentiellement parce que l'évaporation est faible. En revanche, l'eau reste en ébullition pen-

Figure n°2: Représentation graphique des caractéristiques moyennes des fourneaux étudiés.

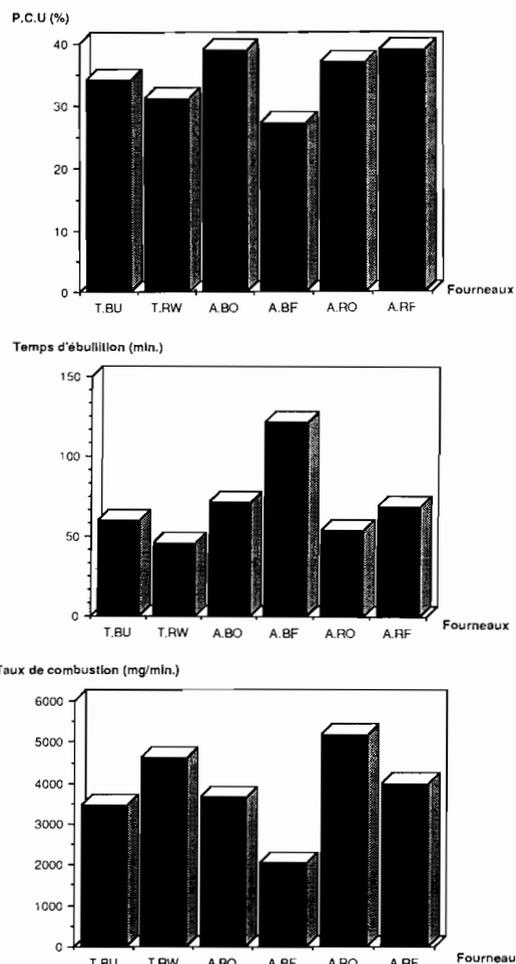


Figure 2: Représentation graphique des caractéristiques moyennes des fourneaux étudiés.

TABLEAU 2
Classification des modèles en groupes homogènes

Paramètre étudié	Modèle	Moyenne	Groupes homogènes
1. P.C.U. (%)	A.BF	26,9333	A
	T.RW	30,5667	B
	T.BU	33,6333	C
	A.RO	36,9000	D
	A.BO	38,7000	D
	A.RF	39,0667	D
2. Temps d'ébullition (min)	T.RW	46,3333	A
	A.RO	53,7667	A
	T.BU	59,6667	A
	A.RF	69,1333	B
	A.BO	71,5000	B
	A.BF	121,5000	C
3. Taux de combustion (g/min)	A.BF	2,0533	A
	T.BU	3,4500	B
	A.BO	3,6500	B
	A.RF	4,0000	B
	T.RW	4,6067	C
	A.RO	5,1633	D

nant plus longtemps pour le même modèle. Cela trouverait une explication dans la forme du fourneau. En effet, dans le cas d'espèce, l'oxygénation du charbon de bois est modé-

rée et celui-ci brûle lentement; l'évaporation est par conséquent moins importante. L'énergie ainsi dégagée sert donc beaucoup plus à maintenir l'eau en ébullition qu'à son évaporation. Par contre, les autres fourneaux permettent une oxygénation relativement plus rapide et le combustible se voit alors épuisé rapidement. Cette vitesse de combustion influe sur l'évaporation qui augmente dans les mêmes proportions. L'énergie ainsi dégagée par le combustible sert alors plus à l'évaporation qu'à l'ébullition. Comme la quantité de l'eau évaporée influence beaucoup la valeur du P.C.U., celui-ci devient très élevé dans la dernière catégorie de fourneaux. Il est donc hors question de limiter les critères de choix au seul P.C.U. Dès lors, il importe d'analyser le phénomène dans son ensemble et prendre en considération des critères supplémentaires tels que présentés précédemment. Pour confirmer cela, il s'avère impératif de recourir réellement à la cuisson.

3.2. Test de cuisson

Les observations précédentes portent à pousser plus loin l'étude. Comme l'objectif poursuivi est de déterminer le fourneau qui économise le plus de combustible, les résultats obtenus plus haut méritent absolument une confirmation pratique à savoir: le test de cuisson.

C'est dans cette optique que le haricot (1 kg) a été associé à l'eau au lieu de se limiter au simple chauffage de l'eau. Ce choix a été motivé par deux principales raisons qui cadrent bien avec la logique de l'économie du bois-énergie au Burundi. D'une part, le haricot est l'aliment le plus permanent dans la cuisine burundaise. D'autre part, il figure parmi les aliments les plus exigeants en combustible (cuisson relativement longue).

Les essais ont été réduits aux modèles traditionnel et amélioré burundais avec portière fermée à l'ébullition dans le dernier cas. Ce choix a été motivé par la "curieuse" prédominance du fourneau traditionnel burundais sur le marché et dans la cuisine burundaise par rapport au fourneau dit "amé-

lioré" burundais. Les résultats de ces essais sont illustrés au tableau 3.

Il ressort de ces résultats que:

1°) Le temps d'ébullition requis pour cuire le kilogramme de haricot est sensiblement identique chez les deux modèles comparés. Cependant, ces derniers présentent une nette différence au niveau du taux de combustion. Cette situation s'explique par le fait que le fourneau traditionnel burundais a dû nécessiter du combustible supplémentaire pour mener à bien la cuisson du haricot qui, par ailleurs, dure en moyenne deux heures et demie dans les deux cas.

Le remplacement de ce fourneau par l'amélioré burundais avec portière fermée à l'ébullition occasionnerait alors une économie de charbon de bois qui pourrait s'évaluer à $(3,32 - 1,765) / 3,32 \times 100$, soit près de 47%.

2°) L'analyse du P.C.U. montre plutôt que le fourneau traditionnel valoriserait mieux le combustible que le fourneau amélioré par une combustion plus active.

Comment rapprocher alors ces deux observations ? La seule manière d'établir cette liaison est de considérer que la fraction énergétique du combustible non comptabilisée dans le calcul du P.C.U. n'est pas nécessairement perdue. Et dans ce cas, le fourneau amélioré se révèle en mesure d'exploiter largement cette fraction d'énergie. Comme précédemment, on peut considérer que, pour une combustion moins active, ce fourneau se révèle plus économique.

4. Conclusion

L'étude qui vient d'être menée sur la validité du test d'ébullition de l'eau dans l'identification des fourneaux les plus économiques en combustion aura permis de revoir son efficacité. En effet, pour avoir une bonne idée de l'économie réalisée en utilisant un fourneau au lieu d'un autre, il importe de dépasser le cadre du simple chauffage de l'eau et de recourir à la cuisson effective. En outre, le seul critère P.C.U. ne peut aucunement permettre de trancher sur l'efficacité d'un fourneau. Au contraire, la longueur de l'ébullition associée au taux de combustion semblent être les critères les mieux indiqués pour répondre à la question.

5. Remerciements

La réalisation de ce travail a été rendue possible grâce à l'appui financier de l'Administration Générale de la Coopération au Développement du Royaume de Belgique et de l'Université du Burundi que nous remercions ici très vivement.

TABLEAU 3
Caractéristiques moyennes des modèles en cuisson

Paramètre analysé	Modèle	Moyenne	Ecart-type	Coef. de variation (%)
1. P.C.U. (%)	T.BU	38,650	2,85	7,37
	A.BF	29,450	1,05	3,57
2. Temps d'ébullition (min)	T.BU	125,000	2,00	1,60
	A.BF	124,500	0,50	0,40
3. Taux de combustion (g/min)	T.BU	3,320	0,26	7,83
	A.BF	1,765	0,06	3,12

Références bibliographiques

1. Besse F. & Guizol P., 1991. Etude de la filière bois pour la ville de Bujumbura, Département des Forêts.
2. Carre J., Hebert J. & Lacrosse L., 1984. Analyse critique de la valorisation des matières ligneuses par voie sèche, Rapport final C.E.E. (D.G.VII), **Tome III**. Expérimentation (144 p.) et **Tome IV**. Conclusions et Recommandations (20 p.)
3. Cordier Y. & Byakweli J.M.V., 1991. Etude relative aux économies d'énergie dans le secteur industriel du Burundi, Faculté des Sciences Agronomiques, Université du Burundi, 100 p.
4. De Lepeleire G., Krishna-Prasad K., Verhaert P. & Visser P., 1984. Guide technique des fourneaux à bois, Association Bois de Feu, Nogent-Sur-Marne (France), 366 p.
5. Izard J., 1955. Physique industrielle, 30ème édition.
6. Ndayisenga M., Croiset G. & Cordier Y., 1993. Contribution à l'étude de la valorisation énergétique de la parche de café au Burundi, Mémoire de fin d'études, Faculté des Sciences Agronomiques, Université du Burundi, 59 p.

M. Ndayisenga, Burundais. Ingénieur Agronome, Assistant au Département de Technologie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université du Burundi. (U.B., 1993)

G. Croiset, Belge. Ingénieur Agronome des Eaux et Forêts (F.S.A.Gx), En disponibilité (Chef du Projet Action Thématique Bois de Feu à Bujumbura au moment de l'élaboration de l'article).

Y. Cordier, Belge. Ingénieur Agronome du Génie Rural (F.S.A.Gx, 1978), Ingénieur en Géotechnie (U.L.B., 1981), Docteur en Sciences Agronomiques (F.S.A.Gx, 1983), Professeur à la Faculté des Sciences Agronomiques et Chef du Département de technologie à la même Faculté

Organismes ayant subsidié les travaux: - Université du Burundi - A.G.C.D.-FED

Quelques titres en attente de publication

Some accepted titles awaiting publication

Enkele aanvaarde titels die op publikatie wacht wachten

Algunos títulos en espera publicación

Etude de la complémentation minérale dans les compostières en milieu paysan du Mugamba

Influence de divers substrats sur la production d'*Eudrilus eugeniae* (Oligochaeta)

Influence de la floraison, de la croissance en hauteur et en diamètre des plants sur la productivité de deux variétés de tomates

La voie foncière et administrative en appui à la voie écologique et agricole pour une gestion décentralisée des ressources naturelles dans le programme Après-Barrages au Sénégal.

Résultats d'enquête sur la brucellose bovine en Guinée

Caractéristiques physiques de la production du melon cantaloup *Cucumis melo* L., cultivé sous serre

Analyse statistique de la production vivrière au Zaïre

Influence of crop management and soil on plantain *Musa sp.*, AAB group response to black sigatoka infection in southeastern Nigeria

Effects of feeding poor quality desert grass and subsequent refeeding on a high plane of nutrition on growth and body composition of Sudan desert lambs

Interaction entre une punaise *Pseudotherapus devastans* Dist. et d'un champignon *Colletotrichum gloeosporioides* Penz sur l'installation de l'antracnose sur les tiges de manioc

Activités larvicide des espèces végétales *Nicotiana tabacum* L et *Tetradenia riparia* (Hoechst) Codd chez la tique *Rhipicephalus appendiculatus* Neumann

Nodulation et rendements du soja *Glycine max* L. Merrill inoculé par *Bradyrhizobium japonicum* dans différents systèmes de culture à Kombé-Brazzaville, Congo

The development of lean muscle, bone and fat in the West African Dwarf goat of Nigeria maintained on good plane of nutrition

Les pucerons des agrumes et leurs ennemis en Tunisie.

Estrous cycle characteristics and blood progesterone levels in holstein heifers under altitude and tropical conditions in Colombia

Tests au champ de la résistance de la pyriculariose du riz au Zaïre

Identification de quelques contraintes à la production de manioc *Manihot utilissima*, de patate douce *Ipomoea batatas* et de pomme de terre *Solanum tuberosum* à l'Est du Zaïre.

BIBLIOGRAPHIE
BIBLIOGRAPHY

BOEKBESPREKING
BIBLIOGRAFIA

Santé et gestion des mammifères en liberté
Health and management of free-ranging mammals
Salud y gestión de los mamíferos en libertad

Symposium Nancy (France), 14-18 octobre 1991
2 vol.; 185 + 200 FRF/US \$ 34+40. Ed Office International des Epizooties O.I.E.
12 rue de Prony, 75017 Paris, France
Tél (33.1)44.15.18.88 Télex EPIZOTI 642285 F Fax (33.1)42.67.09.87

Première partie - Part one - Primera Parte: Rev.sci.tecn.Off.Int.Epiz., Vol.11 N°4 Déc. 1992.

Préface	1005
Preface	1006
Prologo	1007
Introduction. Symposium sur la santé et la gestion des mammifères en liberté	1009-1010
Introduction. Symposium on the health and management of free ranging mammals	1011-1012
Introducción Simposio sobre la salud y la gestión de los mamíferos en libertad	1013-1014
Avant-propos	1015
Foreword	1016
Nota preliminar	1017
J. Blancou	
Le rôle de l'Office International des Epizooties dans la protection de la santé des mammifères en liberté	1019-1024
Role of the Office International des Epizooties in protecting the health of free ranging mammals	1025-1030
Papel de la Oficina internacional de epizootias en la proteccion sanitaria de los mamíferos en libertad	1031-1037
1. Le point des connaissances actuelles	
Updating current knowledge	
Estado actual de los conocimientos	
a) Macroparasites - Macroparásitos	
L. Rossi, E. Pozio, W. Mignone, C. Ercolini & V. Dini	
Epidemiology of sylvatic trichinellosis in north-western Italy	1039-1046
Epidémiologie de la trichinellose sylvatique dans le nord-ouest de l'Italie (résumé)	1044
Epidemiologia de la trichinelosis selvática en el noroeste de Italia (resumen)	1044
A. Arriolabengoa Igarza, J. Lucientes Curdi, C. Gortazar Schmidt & C. Calvete Margolles	
Parasitosis of stray dogs in north-eastern Spain	1047-1049
Parasitoses des chiens errants dans le nord-est de l'Espagne (résumé).....	1049
Parasitosis de los perros vagabundos en el noreste de España (resumen).....	1049
S. Bretagne, J.-P. Guillou, M. Morand & R. Houin	
Détection des œufs d' <i>Echinococcus multilocularis</i> Leuckart, 1863 dans les fèces de renard	
(<i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus, 1758) par amplification en chaîne par polymérase	1051-1056
Detection of eggs of <i>Echinococcus multilocularis</i> Leuckart, 1863 in faeces of red foxes	
(<i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus, 1758) by the polymerase chain reaction (summary)	1054-1055
Detección de huevos de <i>Echinococcus multilocularis</i> Leuckart, 1863, en heces de zorro	
(<i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus, 1758) mediante amplificación en cadena por polimerasa (resumen).....	1055
D. Ewald, J. Eckert, B. Gottstein, M. Straub & H. Nigg	
Parasitological and serological studies on the prevalence of <i>Echinococcus multilocularis</i> Leuckart,	
1863 in red foxes (<i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus, 1758) in Switzerland	1057-1061
Recherches parasitologique et sérologique sur la prévalence d' <i>Echinococcus multilocularis</i> Leuckart,	
1863 chez des renards roux (<i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus, 1758) en Suisse (résumé).....	1060
Investigaciones parasitológica y serológica acerca de la prevalencia de <i>Echinococcus</i>	
<i>multilocularis</i> Leuckart, 1863 en zorros rojos (<i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus, 1758) en Suiza (resumen).....	1060-1061

J.-F. Humbert

Etude histopathologique de la relation hôtes-parasite: le modèle lombric, sanglier - métastrongles	1063-1070
Histopathological study of the host-parasite relationship: the earthworm, wild boar - metastrongyle model (summary)	1069
Estudio histopatológico de la relación huéspedes-parásito: el modelo lombriz, jabali-metastróngilos (resumen)	1069

b) Microparasites - Microparásitos

J.-P. Descôteaux

Etude sérologique sur l'incidence de virus murins dans une population de petits rongeurs sauvages (<i>Microtus pennsylvanicus</i> Ord, 1815).....	1071-1077
Serological survey of the incidence of murine viruses in a population of small wild rodents (<i>Microtus pennsylvanicus</i> Ord, 1815) (summary).....	1076
Estudio serológico sobre la incidencia de virus murinos en una población de pequeños roedores salvajes (<i>Microtus pennsylvanicus</i> Ord, 1815) (resumen).....	1076

J. H.

Manuel d'introduction à l'élevage du bétail trypanotolérant

Edité par le projet PNUD/FAO RAF/88/100 "Promotion de l'élevage du bétail trypanotolérant en Afrique occidentale et australe" mai 1993, 151 pages DIN A4, nombreux tableaux et figures, 15 reproductions en couleur de photos. Pas de prix ni d'adresse indiqués.

Huit auteurs se sont partagé la rédaction de l'introduction (R.T. Wilson) et les 12 chapitres permettant de couvrir les milieux, les animaux, les productions, l'exploitation, les aspects économiques et la trypanotolérance.

Le milieu (pp 3 à 9), premier chapitre écrit par S. Touré, décrit l'ensemble de la zone d'extension du bétail trypanotolérant (T.T.) avec ses ressources et ses contraintes. Le chapitre 2 (pp 10-18+5 pages d'illustrations) passe en revue les races, les effectifs, les répartitions des bovins et petits ruminants T.T.; trois intéressants tableaux énumèrent des questions essentielles avec le choix des races. Un texte de C. Hoste a été mis à jour par C. Ly. Les systèmes d'exploitation (19-29) sont examinés par E. Thiry: traditionnel, embouche paysanne, ranching avec les possibilités d'amélioration. C'est E. Chalon qui traite les questions de santé (30-41) tant pour les bovins que pour les ovins et caprins. Neuf pages (42-50) signées par B. Sauveroche synthétisent une grande partie des connaissances permettant d'expliquer les mécanismes de la trypanotolérance. Les principales caractéristiques de la reproduction chez les grands et petits ruminants sont décrites aussi par B. Sauveroche (51-60); les résultats obtenus par des essais locaux sont pris en considération. Dans le chapitre 7 sur l'alimentation (61-73; E. Thiry) sont passés en revue les résidus de cultures, les sous-produits agro-industriels (mais pas les fourrages herbacés ni les pâturages aériens), et les besoins; il n'est toutefois pas spécifié si ces normes ont été réellement établies pour les animaux T.T. Le chapitre consacré à la production de viande (74-87) rédigé par H.G. Wagner développe la demande et les systèmes de production, puis s'étend à raison sur les notions de productivité, sans évoquer cependant la notion de GQMR ou gain quotidien moyen relatif. De même la production laitière (88-98; H.G. Wagner aussi) est abordée sous les aspects de la demande, des productions, des productivités, des contraintes et des potentialités de développement. La traction animale a été décrite (99-107) par E. Chalon qui attire l'attention sur la sous-estimation habituelle du potentiel en énergie animale disponible chez le bétail T.T. Un chapitre sur l'association agriculture/élevage et la production de fumier y fait logiquement suite (P. Lhoste); il n'a malheureusement que 3 pages (109-111). Par contre le chapitre 12 consacré aux aspects économiques est très développé (112-142; C. Ly) et il faut s'en féliciter, tout en regrettant que l'on se soit surtout limité à la macro-économie. Neuf pages très serrées de bibliographie terminent l'ouvrage.

Le projet PNUD/FAO qui a produit ce document mérite les remerciements de ceux qui veulent disposer d'une synthèse en la matière, car il s'agit bien d'une introduction aux possibilités et aux contraintes liées aux animaux trypanotolérants. L'adresse courante du projet est:

E. Chalon
GCP/RAF/190/ITA - S/C Centre ITC
PMB 14 - Banjul
Gambie

J. H.

Scientific and informative review devoted to rural problems in the developing countries and published by the Belgian Administration for Development Cooperation (B.A.D.C.)
Four issues a year (March, June, September, December)

Editorial Staff: AGRI-OVERSEAS, a non-profit association founded with a view to establishing professional links and fostering common concerns amongst those working overseas towards rural development.

Scientific coordinator: Professor Dr.Ir. J. Hardouin

Scientific Committee: composed of a representative from each of the following Belgian Institutions:

Mr R. Lenaerts, General Administrator, Belgian Administration for Development Cooperation, Brussels (B.A.D.C.), Professors J. Hardouin and P. Kageruka, Production and Health Department, Institute of Tropical Medicine, Antwerp (A.P.D.H./I.T.M.); Professor F. Lomba, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liège (U.Lg); Professor J. Verduyck, Faculty of Veterinary Medicine, University Ghent (U.G.); Professor J. Vanderveken, Faculty of Agricultural Sciences, Gembloux (F.S.A.Gx.); Professor R. Swennen, Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Leuven, (K.U.L.); Professor P. Van Damme, Faculty of Agricultural Sciences and Applied Biological Sciences, University Ghent (U.G.); Professor M. Verhoyen, Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Louvain (U.C.L.); Professor J. Wouters, Department of Agronomy, Free University of Brussels (U.L.B.); Professor C. Reizer, University Foundation of Luxemburg, Arlon (F.U.L.); Professor J.C. Micha, University College Our Lady of Peace, Namur (F.U.N.D.P.)

Secretariat - Editorial Staff: Agri-Overseas / Tropicultura, c/o B.A.D.C. Bur 404-405, Rue du Trône nr 4, - B. 1050 Brussels - Belgium Tel.:32.2/519 03 29 / 377 / 503

Distribution: Free on written request

Instructions to authors

General conditions:

Manuscripts (one original and two copies) are to be submitted to Agri-Overseas, address mentioned above. They may be written in the four following languages : English, French, Dutch, Spanish. They must be accompanied by a covering letter from the author stating the address for further correspondence.

Each paper will be examined by two referees and may be returned to the authors for modification. One copy will remain the property of Agri-Overseas.

The first author of each paper will receive 20 free reprints of it.

Practical requirements:

Manuscripts should not exceed 10 typewritten pages on white paper DIN A4 (21 x 29,7 cm) with double spacing and a 5 cm left margin.

Lay-out:

Title: as brief as possible in lower-case letter-type

Authors: under the title, preceded by their initials (complete christian name for women), and with an asterisk referring at the bottom of the page to their institution and its address.

Keywords: 7 maximum

Summary: in the language of the contribution (maximum 200 words) and in English

Introduction

Material and methods (or observations)

Results

Discussion

Acknowledgements: if necessary

Literature: references have to be presented in alphabetical order of the authors' name and numbered from 1 to x. Refer in the text to those numbers (in parentheses).

References will mention:

- For periodicals: authors' names with their initials, year of publication, full title of the articles in the original language, title of the journal, volume number (underlined), first and last page of the article.

Example: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. *Int. Rev. Cytol.* 33, 157- 222

- For books: authors' names with their initials, year of publication, full title of the book, name of publisher, place of publication, first and last page of the chapter cited.

Example: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease. A prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders. pp 613 - 632 in: B.W. Volks en S.M. Aronson (Editors), *Sphingolipids and allied disorders* Plenum, New-York

Tables and figures should be carefully designed on separate pages numbered in Arabic numerals on the back. Figures should be professionally drawn. Never present table and figure for the same data. Photographs must be of good quality, unmounted glossy prints and numbered on the back. Accompanied captions should be typed on separated sheets and refer to the number of photo, drawing a.s.o.

Remarks:

Avoid the use of footnotes

Avoid using dashes in the text

Avoid using capital letters when not necessary

Give the nationality, diploma and function of each author

Give if possible the translation in French (or Dutch or Spanish) of the title

The editorial staff reserves the right to refuse manuscripts not consistent with the above instructions

TROPICULTURA

1994 VOL. 12. N.1
Four issues a year (March, June, September, December)

CONTENTS

EDITORIAL

- A Transcontinental Cooperation thanks to "Veterinarians without Frontiers - Europe" (*in French*)
Madeleine Onclin 1

ORIGINAL ARTICLES

- Feeding Trials on Finishing Broilers Incorporating Earthworm *Eudrilus eugeniae* Meal (*in French*)
G. Agbédé, Nguekam & M. Mpoame 3
- The Effects of Three Soil Preparation Techniques on its Structural and Hydric Conditions (*in French*)
M.E. Hamza 6
- Compatibility of Intercropping Stem Borer Resistant Sorghum *Sorghum bicolor* Moench Genotypes with Cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp and its Effect on Flower Thrips Lines (*in English*)
K. Ampong-Nyarko, Ruth A. Nyang'or, K. N. Saxena & K. V. Seshu Reddy 10
- Survey of Mineral Status of Cattle in the Adamaoua Region of Cameroon (*in English*)
R. M Njwe & J. L. Lou Issa 15

TECHNICAL NOTES

- Presentation of the Project "Inventory and Management Modeling of the Permanent Vegetation in a Forest Zone in Southern Senegal" (*in French*)
P.L.J. Van Damme, J. De Wolf, G. Verstraete, S. Leemans & D. Van Den Meersschaet 18
- Reactions of Some Rice Varieties to Blast in Yangambi- Zaire (*in French*)
K. N. Mobambo, L. Baboy, B. Ruhigwa & T. Loma 22
- International Courses of Building Advisory Service and Information Network
Economic construction and local building materials. (*in French*) 25
- Profitability of a Chinese-Model Biogas in Benin (*in French*)
A. Vorsters 27
- Situation of Rearing of Small Ruminants in the Area of Bafata in Guiné-Bissau (*in French*)
France Vernailien, Sylvie Demeester & J. Gomès 29
- New Criteria to Judge Stove Efficiency in the Charcoal Combustion (*in French*)
M. Ndayisenga, G. Croiset & Y. Cordier 33
- BIBLIOGRAPHY 39

TROPICULTURA is a peer-reviewed journal indexed by AGRIS, CABI and SESAME



Editor :
R. LENAERTS
BADDC - Rue de Bréderode, 6 - AGCD
1000 Bruxelles

